T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİSİ

LPG YAKIT SİSTEMLERİ

525MT0323

Ankara,2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. LPG YAKIT SİSTEMLERİ 3
1.1. LPG Gazın Özellikleri 4
1.1.1. Bütan ve Propan 4
1.1.2. Sıvılaştırılmış Petrol Gazının Karakteristikleri 6
1.1.3. Oto LPG 7
1.2. LPG Kullanılan Motorun Çalışma Esasları 7
1.3. LPG Gaz Yakıt Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları 8
1.3.1. LPG Gaz Yakıt Sisteminin Avantajları 8
1.3.2. LPG Gaz Yakıt Sisteminin Dezavantajları 10
1.4. LPG Gaz Yakıt Sisteminde Emniyet Kuralları 11
1.4.1. LPG Gaz Yakıt Sisteminde Kullanıcı Açısından Güvenlik Kuralları 11
1.4.2. LPG Gaz Yakıt Sisteminin Montaj ve Bakımında Güvenlik Kuralları 12
1.5. Karbüratörlü Motorlarda LPG Yakıt Sistemleri 12
1.5.1. Karbüratörlü Motorlarda LPG Sistemi Parçaları ve Çalışma Prensipleri 13
1.5.2. Sistemin Devre Şeması 23
1.5.3. Karbüratörlü Motorlarda LPG Yakıt Sisteminin Montajının Yapılışı 25
1.5.4. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar 31
1.5.5. Montajdan Sonra Yapılan Kontrol ve Ayarlar 32
1.6. Enjeksiyonlu Motorlarda LPG Yakıt Sistemleri 33
1.6.1. LPG Enjeksiyon Sistemi Parçalarının Özellikleri ve Çalışma Prensipleri 34
1.6.2. Sistemin Devre Şeması 42
1.6.3. Sistemin Çalışması 43
1.6.4. Enjeksiyonlu Motorlarda LPG Yakıt Sisteminin Montajının Yapılması 45
1.6.5. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar 47
1.6.6. Montajdan Sonra Yapılan Kontrol ve Ayarlar 48
UYGULAMA FAALİYETİ 49
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 56
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 60
2. MOTORLARDA LPG YAKIT SİSTEMLERİNİN BAKIMI VE AYARI 60
2.1. LPG Yakıt Sisteminin Gaz Kaçak Kontrolü 61
2.2. LPG Yakıt Sisteminin Ayarları 62
2.3. Motorlarda LPG Yakıt Sisteminin Bakım ve Onarımları 64
2.4. LPG Selenoid Valfi Filtresinin Bakım ve Onarımı 65
2.5. Buharlaştırıcının (Regülatör) Kontrolü 65
2.5.1. Gaz Diyaframını Kontrol Etmek ve Değiştirmek 66
2.5.2. Su Diyaframını Kontrol Etmek ve Değiştirmek 66
2.6. LPG Enjeksiyon Sisteminin Bakımı ve Onarımı 67
2.7. LPG Enjeksiyon Sisteminin Test Cihazı ile Kontrolleri 67
2.7.1. Test Cihazının Motora Bağlanması 67
2.7.2. Test cihazı ile Kontrollerin Yapılması 68
2.8. LPG Yakıt Sistemi Arızaları 70

UYGULAMA FAALİYETİ 73
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 83
MODÜL DEĞERLENDİRME 85
CEVAP ANAHTARLARI 87
KAYNAKÇA 88

AÇIKLAMALAR

KOD	**525MT0323**
ALAN	**Motorlu Araçlar Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Otomotiv Elektromekanik ve İş Makineleri**
MODÜLÜN ADI	**LPG Yakıt Sistemleri**
MODÜLÜN TANIMI	Otomobillerde LPG yakıt dönüşüm sistemlerinin montajı, kontrolü, bakım ve onarımı ile ilgili yeterliklerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	LPG yakıt sistemlerinin montajını, kontrolünü, bakım ve onarımlarını yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Standart süre içerisinde LPG yakıt sisteminin montajını, kontrolünü, bakım ve onarımını yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** LPG yakıt sisteminin montajını yapabileceksiniz. **2.** LPG yakıt sisteminin bakım/ onarım ve ayarlarını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Oto elektrik atölyesi, benzin motorları atölyesi **Donanım:** Diagnostik test cihazı, egzoz emisyon kontrol cihazı, avometre, kaçak gaz kontrol cihazı, hidrolik lift, yangın söndürücü,
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Günümüzde dünyada petrol kaynaklarının giderek azalmasından dolayı insanlar enerji ihtiyacı için alternatif yakıtlara yönelmektedir.

Teknolojinin giderek ilerlemesi ile yeni teknolojilerin ve alternatif yakıtların içten yanmalı motorlarda kullanımı son 10 yılda giderek artmıştır. Günümüzde alternatif yakıt olarak adlandırılan LPG, otomobil motorlarında ufak çaplı bir sistem değişikliği ile hemen kullanılabilmektedir. Yakıt sisteminde yapılan değişiklik kendini kısa sürede amorti etmektedir.

LPG yakıtının diğer petrol ürünlerinden ucuz olması ve çevreyi daha az kirletici etkisi uzun yıllar kullanılmaya devam edeceğini göstermektedir.

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile araçlarda LPG yakıt sistemlerinin montaj, bakım ve onarımlarını yapabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

LPG yakıt sisteminin montajını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- LPG yakıt sistemi yapmaya yetkili işletmelere giderek montaj, bakım, onarım ve güvenlik konularında araştırma yapınız.
- Enjeksiyonlu motorlar ile karbüratörlü motorlar arasında LPG ve doğal gaz uygulama farklılıkları nelerdir? Araştırınız.
- Avantaj ve dezavantajlarını araştırınız.
- LPG uygulama ve güvenlik kuralları konusunda araştırma yapınız.
- Yaptığınız araştırmayı rapor hâline getirerek raporunuzu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşarak tartışınız.

1. LPG YAKIT SİSTEMLERİ

Otomotiv sektörü teknolojik yenilenmenin en hızlı ve etkin bir şekilde uygulandığı sektörlerden biridir. Bununla birlikte petrol ürünleri temel enerji kaynağıdır. Otomotiv sektöründeki alternatif enerji kaynağı arayışları 1930'lu yıllarda LPG (likit petrol gazı)'nin araçlarda yakıt olarak kullanımını gündeme getirmiştir.

Özellikle kolay bulunması, ekonomik olması ve diğer yakıtlara oranla çevreyi daha az kirletici nitelikte olması nedeni ile dünyada birçok ülke LPG'nin otomobil motorlarında kullanımını özendirerek yaygınlaştırmıştır.

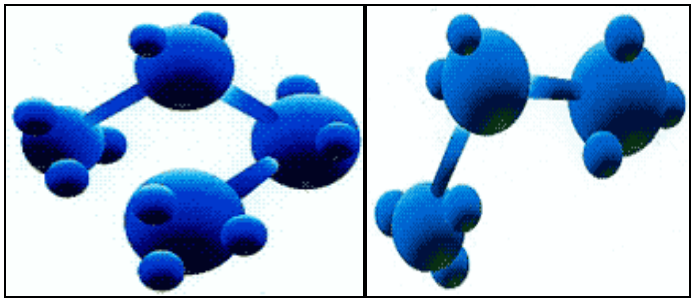
Bugün kullanılan bütün yakıtlar (hidrojen hariç), hidrokarbonlardan (hidrojen ve karbon) oluşur. Otomotiv ve endüstriyel amaçlı kullanılan yakıtlar fosil yakıtlardan (kömür, petrol, doğal gaz) elde edilir ve yenilenemezler. Bazı yakıtlar (metan, biyogaz, etanol vb.) tarımsal ürünlerinin fermantasyonundan oluşur (şeker pancarının damıtılması vb.). Yakıtlar havadaki oksijenle (Havada % 21 oksijen vardır.) kimyasal reaksiyona girerek enerji üretirler.

1.1. LPG Gazın Özellikleri

LPG, bir hidrokarbon olup başlıca bileşenleri; propan, bütan, izobütan, izopropan ve bütenler olan hidrokarbon karışımlarıdır. Gaz yakıtlar hidrojence zengindir ve silindirlere gaz fazında girer. Kolay depolama ve taşıma için genellikle sıvı hâlde tutulur.

1.1.1. Bütan ve Propan

Şekil 1.1'de bütan ve propan gazının atomu görülmektedir.



Şekil 1.1: Bütan (C4H10) ve propan (C3H8)

➢ **Bütanın özellikleri:**

- Kimyasal formül: C4H10
- 15°C'de atmosfer basıncı altında bir kg bütan gazının hacmi: 386 litre
- Havaya göre yoğunluğu: 2,07
- Atmosfer basıncı altında kaynama ısısı: -0,5 °C
- Kritik sıcaklık: 150,8 °C
- Donma noktası: -138°C
- 15 °C'ye göre basınç değeri: 0,92 bardır.

➢ **Propanın özellikleri:**

- Kimyasal formülü: C3H8
- 15°C'de atmosfer basıncı altında bir kg propan gazının hacmi: 509 litre
- Havaya göre yoğunluğu: 1,52
- Atmosfer basıncı altında kaynama ısısı: -42°C
- Kritik sıcaklık: 95 °C
- Donma noktası: -187,7°C
- 15 °C'ye göre basınç değeri: 7,5 bar

Türkiye'de %30 propan ve %70 bütandan oluşan Mix LPG (karışım LPG) kullanılmaktadır. Ancak bazı firmalar oto gaz için kış mevsiminde bu oranı %50 propan ve %50 bütan olarak değiştirmektedirler. Avrupa'da pazarlanan LPG'nin içindeki propan oranı

% 35 ila % 95 arasında değişmektedir. Türkiye'de kullanılan LPG'nin fiziksel özellikleri şunlardır:

- Özgül ağırlık (sıvı hâlde) 0,560 kg/dm³
- Özgül ağırlık (gaz hâlinde) 1,860 kg/dm³
- Kaynama noktası -23 ºC
- Gaz hacminin sıvı hacme oranı 250
- En düşük tutuşma limiti (havada) 2 %
- En büyük tutuşma limiti (havada) 8,70 %
- Yanma için gerekli hava miktarı 28,80 m³/m³
- Yanma için gerekli hava miktarı 15,7 kg/kg
- Buharlaşma ısısı (15ºC'de) 85 Cal/kg
- Buhar basıncı (15ºC'de) 2,5 Bar
- Isıl değeri 10900 Kcal/Kg

Sıvılaştırılabilen gazlar C_3H_8, C_4H_{10}, LPG vb. kritik sıcaklığı ortam sıcaklığının üzerinde olan gazlardır. Tüpler içinde 10–15 atm basınç altında sıvı olarak depolanır ve taşınırlar. 20°C'de sıvılaşabilen propan 100°C'de sıvılaştırılamaz.

LPG'nin havaya % 2-10 oranında karışması, onu parlayıcı bir duruma getirmektedir. Böyle bir karışımın, kapalı bir hacimde ateşlenmesi ya da bir noktasından sıcaklığın 500 °C'ye çıkarılması hâlinde, tüm binayı yıkabilecek güçte bir patlama meydana gelecektir. LPG havadan ağır olduğu için kaçak durumunda bu karışım yere yakın bölgelerde oluşur.

➢ Yanma denklemi**:**

$C_4H_{10} + 13/2\ O_2$ ========> $5H_2O + 4CO_2$

$C_3H_8 + 5O_2$ ========> $4H_2O + 3\ CO_2$

Bütün yakıtların stokiyometrik oranda birim hacimde verdikleri kimyasal enerjileri birbirine yakındır. Bu olay, yakıtların yanma sonucu verdiği ısının birbirine yakın seviyede ve yanma proseslerinin birbirleri ile karşılaştırılabilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 1.1'de görüldüğü gibi gaz yakıtların oktan sayıları daha fazladır. Yüksek oktan numaraları, motorun yüksek sıkıştırma oranları ile herhangi bir vuruntu olmadan çalışabilmesinde faydalıdır.

Özellikler	Propan	Bütan	Benzin	Doğal Gaz	Metanol	Etanol
Hava / Yakıt Oranı	15,1/1	15,1/1	14,6/1	17,2/1	6,5/1	9,0/1
Alt Isıl Değer [kJ/kg]	46400	45600	44000	50000	19900	26800
Fiziksel Hâl, (Normal Şartlar Altında)	Gaz	Gaz	Sıvı	Gaz	Sıvı	Sıvı
Kaynama Noktası °C	-42	-0,5	-225	-162	65	78
Parlama Noktası °C	-105	-60	200	540	400	380
Alev Sıcaklığı °C	1980	2008	1977	1790	1890	1930
Stokiyometrik Karışımı Yakmak İçin Gereken Tutuşturma Enerjisi [mJ], (NŞA)	0,3	0,3	1	0,3	0,2	-

Stokiyometrik Karışımın Kimyasal Enerjisi [kJ/m^3]	3490	3450	3580	3240	3350	3490
Yanma Limitleri [%]	2,2-3,2	1,8-9,5	5-16	5-15	-	-
Max. Laminar Yanma Hızı [m/sn.]	0,4	0,4	0,35	0,37	0,44	-
Motor Oktan Sayısı	97	92	90	120	103	106

Tablo 1.1: Yakıt olarak kullanılan gazların analizi

LPG, petrolün işlenmesinden ya da doğal gazın (CNG) işlenmesinden elde edilir. Dünyada üretilen LPG'nin % 66'sı doğal gazdan % 34'ü petrolden elde edilir. Doğal gaz % 90 metan (CH_4), % 5 propan (C_3H_8), % 4 etan (C_2H_5)dan oluşur.

1.1.2. Sıvılaştırılmış Petrol Gazının Karakteristikleri

LPG'nin gaz hâlindeki şeklinin karakteristikleri; bu gazın tamamen hidrokarbonlardan oluşması ve içinde sülfür olmamasından dolayı yüksek ısıtma değeri ve ileri derecede saflık olarak ifade edilmektedir.

- **Buharlaşma ısısı:** Buharlaşma için gerekli olan ısı, sıvının kendisinden sağlanabileceği gibi, haricî bir ısı kaynağı (buharlaştırıcı gibi) kullanılmadığı takdirde, gazın muhafaza edildiği kabın cidarlarından da temin edilebilmektedir.

- **Buhar basıncı:** Belirli bir ısı derecesinde, sıvıyı onun buharı ile dengede tutan basınç olarak tarif edilmektedir. Bu, gazın oda sıcaklığındaki basıncını belirlemesi açısından LPG'nin en önemli karakteristiklerinden biri olup gazın kullanılma yöntemlerini ve içinde saklandığı depoların dizaynını şekillendirmektedir.

- **Sülfür miktarı:** LPG'nin diğer yakıtlara nazaran yok denecek derecede düşük bir sülfür miktarı vardır ve bu sebepten diğerlerine nazaran daha üstün konumdadır.

- **Buhar yoğunluğu:** LPG buharı havadan daha ağır olduğundan zemin üzerine birikir. LPG buharının havadaki oranı, alt parlama limitinin altına düşmeden önce geniş bir alana yayılır ve bodrumlar, merdiven altları gibi çukur yerlerde kolayca birikebilir. Bu sebepten, bu gibi mahaller iyice havalandırılmalı ve LPG hiçbir zaman zeminden aşağı yerlere depolanmamalıdır.

- **Yoğunluk:** Bir sıvının rölatif yoğunluğu; sıvının ağırlığının, aynı ısıda ve aynı hacimdeki suya oranı olarak tanımlanmaktadır. Sıvı hâldeki bütan ve propanın yoğunlukları, yaklaşık suyun yarısı kadardır. Sıvı LPG su üzerinde yüzer. Bir gazın rölatif yoğunluğu ise gazın ağırlığının, aynı sıcaklıkta ve aynı hacimdeki havaya oranıdır. Gaz hâlindeki propan ve bütan, havadan çok daha ağırdır.

- **Genişleme katsayısı:** Genişleme katsayısı; cismin ısısı bir derece artırıldığı zaman, birim hacminde meydana gelen artma şeklinde tanımlanmaktadır. Bu karakteristik, LPG'nin sıvı hâlde depolanması için önemlidir.

- **Viskozite:** Bütan ve propanın viskoziteleri düşük olup bu husus sistemlerin boru bağlantılarında ve contalarda, göz önüne alınması gereken önemli bir faktördür.

- **Ek buharlaşma ısısı:** LPG buharlaşırken ısı alır ve yoğunlaşırken ısı verir. İçinde bulunduğu kabın ve çevrenin ısısını aldığından kabın dışında soğuma meydana gelmesine sebep olur. İçinde bulunduğu kaptan sızdığı noktada, beyaz bir bulut hâlinde donmuş su damlacıkları oluşturur. Bu durumda deriye değmesi hâlinde, deriden ısı alarak soğuk yanığı meydana getirir.

1.1.3. Oto LPG

Ülkemizde oto LPG ilk olarak çevreci bir yakıt oluşundan çok, öncelikli olarak fiyat cazibesi sebebiyle tercih edilmiştir. LPG yakıt sisteminin otomotiv sektöründe kullanılmaya başlanması, 1996 yılından itibaren ticari araçların talebi ile oluşmuştur. 1998 yılında gerekli düzenlemelerin tamamlanması (teknik ve yasal düzenlemeler, standartların hazırlanması) ile yaygınlaşma süreci hızlanmıştır.

Türkiye'de oto LPG tüketimi 2000 yılında büyük bir büyüme kaydederek 1.3 milyon tona kadar yükselmiştir. Oto LPG tüketimi başlıca ticari araçlar, şirket ve kamu filo araçları, özel araçlar tarafından gerçekleştirilmektedir.

1.2. LPG Kullanılan Motorun Çalışma Esasları

LPG benzinli ve dizel motorlarda alternatif yakıt olarak kullanılmaktadır.

LPG'nin alternatif yakıt olarak kullanılabilmesi için normal hava sıcaklığında ve belirli bir basınçta (2–5 bar) 30 ve 60 litre çelik tanklarda depo edilmesi gerekmektedir.

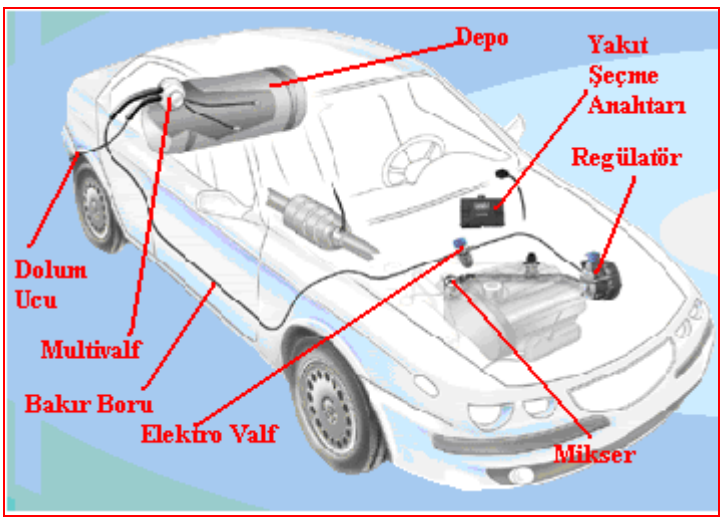
Yakıt seçme düğmesinden seçilen yakıt tipine göre sisteme monte edilmiş elektro valfler benzin veya LPG'ye yol vermektedir. Yakıt seçme düğmesi LPG pozisyonuna alındığında benzin hortumu üzerinde bulunan elektro valf benzinin karbüratör veya enjeksiyon sistemine gitmesini engeller. LPG depo içerisindeki sahip basınç sayesinde multivalften geçerek yüksek basınç borularına ve boru üzerinde bulunan elektro valfe ulaşır.

Yüksek basınç hattında bulunan LPG (sıvı hâlde), kontak anahtarının açılması ile elektro valften geçer ve filtre edilerek buharlaştırıcıya (regülatör) ulaşır. Regülatör üzerinde bulunan elektro valf kontak anahtarına bağlı olduğu için açılır ve LPG buharlaştırıcı (regülatör) içerisinde bulunan hazneye dolar.

Buharlaştırıcıya dolan gazın basıncı düşürülerek alçak basınç borusu ve gaz ayar vidasından geçerek miksere (gaz karıştırıcı) ulaşır. Mikserde hava ile karışarak emme manifoldu içerisine dolar. Motora marş yapılması ile emme manifoldunda bulunan LPG silindir içerisinde yakılarak kullanılır. Eğer belirli bir süre marş yapılmazsa yüksek basınç

hattına ve buharlaştırıcı üzerinde bulunan elektro valfler kapanarak gaz geçişi engellenir. Bu durum buharlaştırıcının içinde bulunan gazın emme manifolduna dolmasını engellemek ve gaz kaçaklarının önüne geçmek için yapılmaktadır. Kontak anahtarı açıldıktan 2 saniye sonra motor marş yapılır. Marş anında motorun yakıt sisteminin özelliğine göre mikser veya enjektörlerden gaz emme manifolduna verilir.

Depoda bulunan LPG kendi basıncından dolayı buharlaştırıcıya gelir. Şekil 1.2'de LPG yakıt sistemi monte edilmiş bir otomobil gösterilmiştir.



Şekil 1.2: LPG yakıt sistemi monte edilmiş otomobil

Sıvı hâlde bulunan LPG emme manifoldunda hemen buharlaşmaz ve silindir içine sıvı hâlde girebilir. Bu nedenle de motor çalışmayabilir. LPG sistemlerinde motor ilk çalıştırma anında bir müddet benzin ile çalıştırılır. Bu sayede motorun soğutma suyu ısınarak buharlaştırıcıyı ısıtır ve buharlaştırıcı içinde bulunan sıvı LPG manifold içine gaz hâlde girer. Buharlaştırıcı ısındıktan sonra motor LPG ile daha rahat çalıştırılır.

1.3. LPG Gaz Yakıt Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları

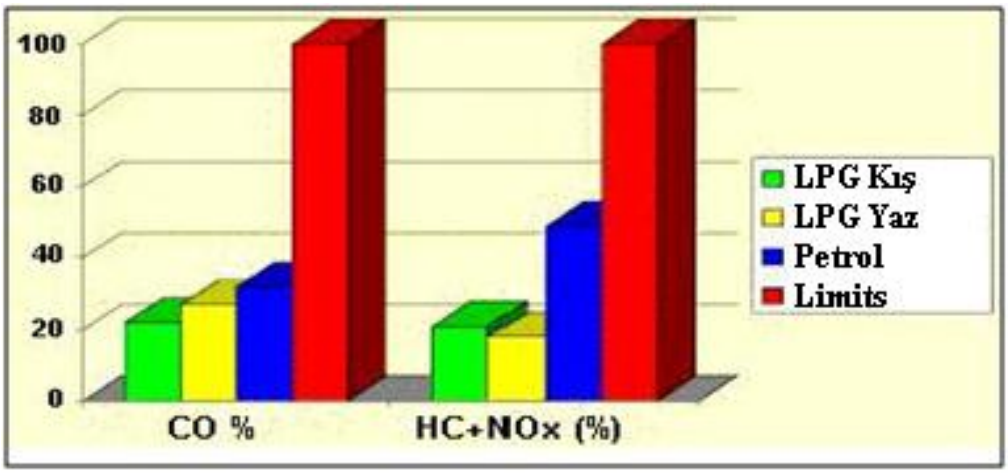
LPG gazı kullanılan yakıt sisteminin diğer petrol ürünleri kullanan yakıt sistemlerine göre avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

1.3.1. LPG Gaz Yakıt Sisteminin Avantajları

LPG gazı kullanılan yakıt sisteminin diğer petrol ürünleri kullanan yakıt sistemlerine göre avantajları şunlardır:

- LPG gazı benzine göre ucuzdur.
- Temiz yanma: Pistonların, segmanların, supapların ve bujilerin aşınması sonucu oluşan kurşun, vernik ya da karbon atığı çıkartmaz. Motorun ömrü uzar.

- LPG tankındaki basınç nedeni ile benzinli motorlarda olduğu gibi yakıt pompasına ihtiyaç bulunmamaktadır.
- LPG yakıtlı motorlardaki karbüratör, birkaç hareketli parça ve kirliliği engelleyecek havalandırmasız basit bir mekanizma olup karbüratör servisi ve tamiratı yok denecek kadar azdır.
- LPG yakıtlı motorlar, dizel motorlara göre, aynı mesafeler için daha fazla beygir gücü üretir (kübik inç olarak).
- Yakıt maliyetinin düşük olması ve yanma kalitesi, verimi ve daha az atık oluşturması LPG yakıtlı motordaki en önemli avantajdır.
- Tamamen kapalı yakıt sistemi akıtma ve buharlaşma kaybını ortadan kaldırır.
- Aşınma süresi düşüktür. LPG yakıtlı motorlar yıl içerisinde daha fazla gün ve saat çalışabilir. Üretim süresi kaybı, parça ve işçilik masraflarından daha az etkilenir.
- Temiz bir yanma sağlar. LPG tatbik edilen araçlarda iyi bir montaj ve uygun bir ayarlama ile benzinli araçlara oranlara oldukça düşük egzoz gazı emisyon değerlerine ulaşılmaktadır.
- LPG benzinden daha düşük sıcaklıklarda buharlaştığı için hava ile kolayca karışır, böylece kurum oluşturmayan tam yanma sağlar.
- Motor yağı ömrüne olumlu etki yapar.
- İçerisindeki propan (%30) ve bütan (%70) gazının hacimsel oranı nedeni ile benzine göre motor vuruntu direncini artırır.
- Yeni teknolojilerin Türkiye'ye girmesini sağlar.
- Yeni iş alanının doğmasını sağlamıştır.
- Temiz ve çevreci bir yakıttır. LPG motorunun egzoz gazı emisyonlarından elde edilen veriler Şekil 1.3'te görülmektedir:
- Benzin ile kıyaslandığında;
  - % 75 daha az karbon monoksit
  - % 85 daha az hidrokarbon
  - % 40 daha az nitrojen oksitleri
  - % 87 daha az ozon içerir.
- Motorin ile kıyaslandığında;
  - % 90 daha az partiküller, hidrokarbonlar ve karbonmonoksit
  - % 50 daha az nitrojen oksitleri atmosfere yayılır.



Şekil 1.3: Millbrook 1997/1998 testlerinden alınmış veriler

Kütlesel olarak benzin ve LPG'nin kalorilik değerleri birbirine yakın olmakla beraber hacimsel olarak LPG'nin kalorilik değeri benzine göre düşüktür. Bu nedenle LPG ile çalışan bir aracın birim mesafede tükettiği yakıt yaklaşık % 10 daha fazladır.

LPG benzine oranla daha yüksek oktan sayısına sahip olması nedeniyle sıkıştırma oranı artırılmak suretiyle motor verimi ve gücünü artırmak mümkündür. Tablo 1.2'de motorlu araçlarda kullanılan yakıt çeşitlerinin özellikleri görülmektedir.

Özellikler	Dizel	Benzin	LPG	Doğal Gaz
Buhar yoğunluğu	0	3,5	1,52	68
Yakıt-hava bileşimi kalitesi	Çok zayıf	Zayıf	İyi	İyi
Oktan değerlendirilmesi	N/A	90	100	130
CO emisyonu yayılması	Orta	Yüksek	Orta	Düşük
HC	Yüksek	Yüksek	Orta	Düşük
NOx	Yüksek	Yüksek	Orta	Düşük
Hava yakıt oranı	14,5/1	14,7/1	15,1/1	16,4/1

Tablo 1.2: Motorlu araçlarda kullanılan yakıtlar ve özellikleri

1.3.2. LPG Gaz Yakıt Sisteminin Dezavantajları

LPG gazı kullanılan yakıt sisteminin diğer petrol ürünleri kullanan yakıt sistemlerine göre dezavantajları şunlardır:

- Büyük hacimli yakıt tüpleri fazla yer kapladığı için bagaj hacmini küçültür.
- NOx emisyon problemleri olabilmektedir.
- LPG gaz sistemi ekstra yapım ve montaj maliyeti getirmektedir.
- Karakteristik özelliklerine bağlı olarak motor performansı bir miktar düşmektedir.

- Depolama sırasında dökülme ve sızıntı riski bulunmaktadır. Havalandırma gerçekleştirilmez ise tehlike yaratabilir.
- LPG zehirli değildir. Miktarı fazlalaştıkça boğuculuk tehlikesi ortaya çıkar.
- Düşük sıcaklıkta buharlaşması nedeni ile sıvı gazın insan vücudu ile teması sonucunda ciddi deri yanıkları oluşur.
- Isısı arttıkça basıncı da artar. Kritik bir sıcaklık ve basınçta içinde bulunduğu tankın patlamasına neden olabilir.

1.4. LPG Gaz Yakıt Sisteminde Emniyet Kuralları

LPG gaz yakıt sisteminde emniyet kurallarını kullanıcı açısından güvenlik kuralları ve sistemin montaj ve bakım işlemlerini gerçekleştiren eğitim almış teknisyen için güvenli çalışma kuralları olarak iki gurupta inceleyebiliriz.

1.4.1. LPG Gaz Yakıt Sisteminde Kullanıcı Açısından Güvenlik Kuralları

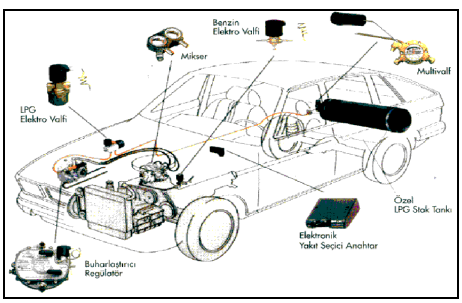
- LPG' li araçlar kapalı alan ve ateşe yakın bir yere kesinlikle park edilmemelidir.
- LPG' li olduğunu belirten etiketler aracın ön ve arka camına yapıştırılmalıdır.
- LPG'nin deriyle teması, soğuktan kaynaklanan yanmalara sebep olabilir.
- Ciddi bir gaz kaçağı olması hâlinde, açık havada her türlü konuttan uzakta tecrit etmek gerekir. Durum kontrol altına alınamazsa güvenlik birimlerinin müdahale etmesi gerekir.
- Küçük gaz kaçakları olması durumunda, LPG'nin havadan ağır olduğu unutulmamalıdır.
- LPG basınçlı depolarda saklanır. Bu nedenle deponun ısınmaması gerekir.
- Sistemin eğitimli personel tarafından monte edilmesi; uygun malzeme, doğru montaj, ayar ve sızdırmazlık testi demektir.
- LPG' ye dönüştürülen araçların trafik tescil kayıtları mutlaka değiştirilmelidir.
- Kullanıcıların kime, hangi marka dönüşümü yaptırdığını, dönüşüm yapan firmanın gerekli yetki belgelerinin olduğunu ve bir sorun karşısında kime başvuracağını bilmesi gerekmektedir.
- Araç zaman zaman bir süre benzin ile çalıştırılarak benzin yakıt sisteminin kuru kalması engellenmelidir.
- Motor bakım ve ayarlarının belirli aralıklarla yapılması ve güvenilir oto gaz istasyonları haricinde yakıt alınmaması yararlı olacaktır.
- LPG tankı üzerinde bulunan multivalf, tankın % 80 doldurulmasını sağlayacak şekilde üretilmiştir. LPG dolumu sırasında daha fazla yakıt almak amacıyla yapılacak yöntemler yanlış ve tehlikelidir.
- Motorun ilk çalıştırılması veya stop edilmesi durumunda güçlü bir LPG kokusu duyulabilir. Ancak araç çalışmaya devam ederken gelen LPG kokusu sızıntıya işarettir. Bu durumda aracınızı hemen yetkili servise götürmeniz gerekmektedir.

1.4.2. LPG Gaz Yakıt Sisteminin Montaj ve Bakımında Güvenlik Kuralları

- LPG gazı yakıt sisteminde kullanılan elemanların tamamı ECER-67-01 ve TSE standartlarına uygun olmalıdır.
- Motor bölümünü basınçlı su ve deterjan kullanarak yıkamayınız. Basınçlı su ve deterjan buharlaştırıcının diyaframını bozabilir.
- Modern LPG sistemleri, nadiren görülen buharlaştırıcı sızıntısının kontrolü için yılda bir kez bakım gerektirir. Bu sırada diğer hatlarda sızıntı kontrolü yapılması da yararlı görülmektedir.
- LPG buharı havadan ağırdır, herhangi bir kaçak olduğunda LPG düşük zemine yönelecektir. Aracın gaz sızıntısı ihtimalini düşünerek aracı kanalizasyon, çukur ya da buna benzer alanlara park etmeyiniz.
- Eğer araç uzun süre kullanılmayacak ve uzun süre garajda tutulacaksa multivalf üzerinde bulunan LPG giriş çıkış vanaları kapatılmalıdır.
- LPG'nin ateşleme sıcaklığı 500 ºC'dir. Ateşleme sıcaklığının yüksek ve yakıt karışım oranının düşük olması nedeni ile benzine göre LPG kaçağında yangın tehlikesi daha azdır.
- Yakıt kaçağı oluştuğunda motor ve tüm elektrik aksamları kapatılmalıdır.
- LPG sızıntısı ile cildinizi temas ettirmeyiniz. Soğutucu bir yapıya sahip olan LPG, soğuk yanıklarının oluşmasına neden olur.
- Araçlarda ısıtma amaçlı açık alevli ısıtıcılar kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Bir rekoru hiç bir şekilde devrede basınç varken sökmeyiniz. Bir kaçağı asla teflon kaplama, sızdırmazlık macunu vb. bir tesisatçı ürünüyle kapatmayınız.
- LPG sisteminin arızalı parçalarının onarımı doğru değildir, değiştirilmeleri gerekir.

1.5. Karbüratörlü Motorlarda LPG Yakıt Sistemleri

Araçların LPG dönüşümü bazı parçaların sisteme ilave edilmesiyle gerçekleşir. Aracın mevcut yakıt ve ateşleme sistemi olduğu gibi muhafaza edilmektedir. Aracı kullanan sürücü, yakıt seçici anahtar ile benzin veya LPG gazı yakıt tercihini seçebilir. Şekil 1.4'te karbüratörlü araçta LPG yakıt sistemi elemanları görülüyor.



Şekil 1.4: LPG yakıt sistemi elemanlarının araç üzerindeki yeri

1.5.1. Karbüratörlü Motorlarda LPG Sistemi Parçaları ve Çalışma Prensipleri

1.5.1.1. Gaz Dolum Ağzı

Dünya standartlarında imal edilmiş çok çeşitli dolum ağızları vardır. Türkiye'de kullanılan dolum ağzı özel pirinç alaşımından yapılmıştır. Sıvı gazın geriye dönmemesi, gaz dolum borusu içinde kalan gazın dışarı sızmaması için mekanik bir yay ve bir bilya ile tek yönlü bir supap yapısal özelliğidir.

Dolum ağzı 8 mm çapında bir bakır boru ile tanka bağlanır. Plastik bir tapası vardır. Resim 1.1'de dolum ağzı ve plastik kapağı ile araç üzerinde bağlı olduğu yer görülmektedir.

Resim 1.1: Dolum ağzı ve plastik kapağı, araçtaki konumu

1.5.1.2. Yüksek Basınç Boruları, Bağlantı Rekorları ve Sızdırmazlık Yüzükleri

LPG bakır borusunun temel görevi tanktaki gazı LPG valfine, LPG valfinden de buharlaştırıcıya ulaştırmaktır. Bakır boru mutlaka 45 bar basınca dayanıklı olmalıdır.

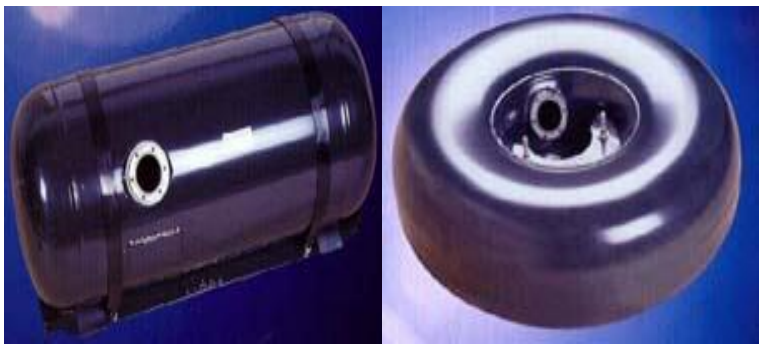
Bağlantı rekorları tork değerine uygun sıkılmalı, havşa açılmış boru ağzı veya pirinç yüzük ile sızdırmazlığı temin edebilmelidir. Bakır borular zamanla sertleşmekte, korozif etki nedeni ile tıkanmalar oluşabilmektedir. Bakır boruların 4 yılda bir değiştirilmesi önerilir. Resim 1.2'de yüksek basınç boruları ile bağlantı rekorları ve sızdırmazlık yüzükleri görülüyor.

Resim 1.3: Yüksek basınç boruları, bağlantı rekorlar ve sızdırmazlık yüzükleri

1.5.1.3. LPG Tankı

LPG tankı basınçlı kaplar statüsünde olup **3-4** mm'lik, azami 115 atmosfer basınca dayanıklı, dış etkenlere mukavemetli, magnezyum alaşımlı, akma özelliği yüksek, darbelere dayanıklı, özel çelik saclardan, röntgen dikişli kaynak sistemi kullanılarak üretilmektedir. Isıl işlemden geçirilmiş ve maksimum uzama imkânı verilmiştir. Çarpma sonucunda depo hasar görse de çatlakların oluşmaması sağlanmıştır. 45 bar basınçta test edilmişlerdir.

LPG tankları, TSE ve ECE R 67 belgelidir, LPG'yi emniyetli bir şekilde muhafaza eder. Güvenlik sebeplerinden dolayı depo kapasitesinin % 80'i doldurulmalıdır. LPG tankları 10 yıldan fazla kullanılmamalıdır. LPG ile çalışan araçlar için özel üretilen bu tankların, silindirik ve stepne (torodial) olarak iki çeşidi mevcuttur (Resim 1.4).

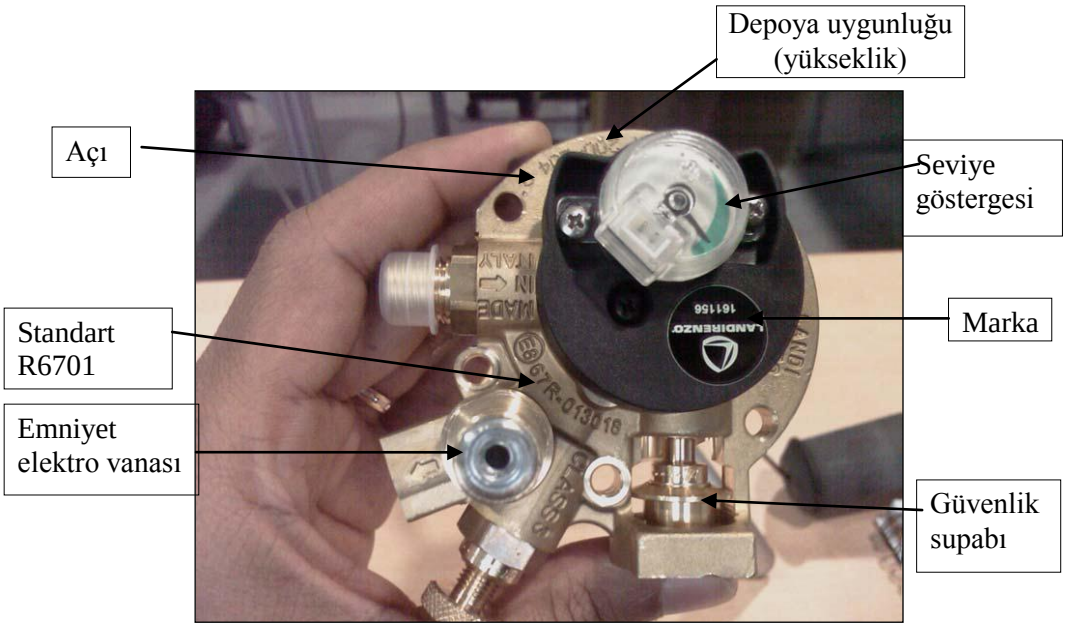


Resim 1.4: Silindirik ve stepne (torodial) LPG tankı

Her deponun üzerinde silinmez ve açık bir şekilde okunabilir bir plaka kaynatılmıştır. Plakada bulunması gerekenler:

- Seri numarası
- Boyutları ve litre olarak kapasitesi
- LPG yazısı
- Deneme basıncı (kPa)
- Maksimum doldurma basıncı
- İmalat yılı ve ay
- Onay yazısı

1.5.1.4. Multivalf

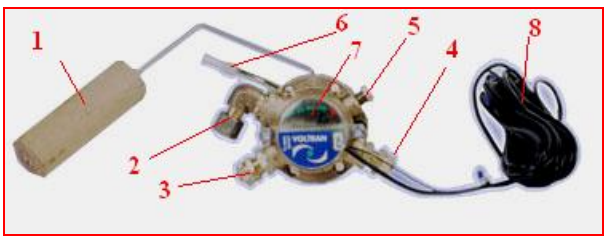


Resim 1.5: Multivalf ve kısımları

Multivalf, ECE R 67 standartlarında, üzerinde yakıt seviye şamandırası, giriş-çıkış rekorları ve yakıt seviye göstergesi mevcuttur. Giriş-çıkış rekorları üzerinde kapatma ve aşırı akım vanaları yer almaktadır. Yakıt seviye göstergesine bağlanan transmitter ile yakıt miktarı yakıt seçici anahtar üzerinde görülmektedir. LPG tankının % 80 seviyede dolumu için aşırı dolumu önleme mekanizması yer almaktadır. Resim 1.5'te multivalf görülmektedir.

Multivalfi ve bağlantılarını içine alan ve sızdırmazlığı contalarla sağlanan bir multivalf koruyucu kapağı kullanılır. Bu muhafaza kutusundan iki adet çıkış olup bu çıkışlar vent borularıyla araç dışına irtibatlanmıştır. Gaz kaçağı durumunda bagajın havalandırılması sağlanmıştır. Multivalf koruma kutusunun ve havalandırma hortumlarının sağlam ve bagaj içerisine gaz sızıntısını engelleyecek şekilde sızdırmaz olması gereklidir.

Multivalfi oluşturan parçalar Resim 1.6' da görülmektedir.



Resim 1.6: LPG multivalfi

1. Şamandıra

2. LPG gaz girişi
3. LPG gaz giriş vanası
4. LPG gaz çıkış vanası

5. LPG multivalf gaz çıkışı
6. Gaz çıkış borusu ve süzgeci
7. Mekanik tank yakıt seviye göstergesi
8. LPG seviye sinyal alıcı kablosu

Multivalfler ikiye ayrılır: A tipi multivalflerde, tanktaki basınç 25 bara ulaştığında otomatik olarak açılan ve yüksek basıncın düşürülmesini sağlayan emniyet supabı bulunur. B tipi multivalflerde ise emniyet supabı bulunmaz. Multivalfin iki çeşidi vardır. Bunlar:

- Stepne tipi depo: 30º iç-iç, 0º iç-dış ve dış-dış açılarında
- Silindirik tip depo: 0º,30º,90º (Resim 1.7)

Resim 1.7: Multivalf çeşitleri

1.5.1.5. Elektrovalfler ve Filtre

LPG tankı ve buharlaştırıcı arasında bulunan elektromanyetik kumandalı bir valftir. Motor çalışmadığı veya benzin ile çalıştığında LPG akışını kesmektedir. ECE R 67 ve TSE standartlarına uygun imal edilmiş olmalıdır.

LPG tankından motor bölümüne gelen sıvı LPG'nin kontrolünü sağlar. 12 voltluk bir bobin tarafından kumanda edilen valf, giriş-çıkış rekorları ile LPG içerisindeki pislikleri tutacak filtre kabından oluşur. Resim 1.18'de LPG elektrovalfi görülüyor.

Resim 1.8: LPG elektro valfi ve filtresi

Valf çalışma basıncı 18 bar, bağlantı basıncı 44 bar ve dayanım sınırı 98 bardır. Çalışma ortam sıcaklığı -29 °C ile 90 °C arasındadır. Valf gövdesi basınca dayanıklı pirinç malzemeden yapılmıştır. LPG filtreleme malzemesi ise selülozik malzeme ve özel kauçuktan yapılmıştır. Filtrenin maksimum ömrü 50.000 km'dir.

Motor çalışmadığı zaman ve yakıt seçici anahtar benzin konumunda iken valf kapalı olup yakıt seçici anahtar LPG komutunda ve motor çalışıyor ise açıktır. Kontak anahtarı açılır ve 5 saniye içerisinde motor çalışmazsa emniyet tedbiri olarak otomatik kapanır.

1.5.1.6. Buharlaştırıcı (Regülatör)

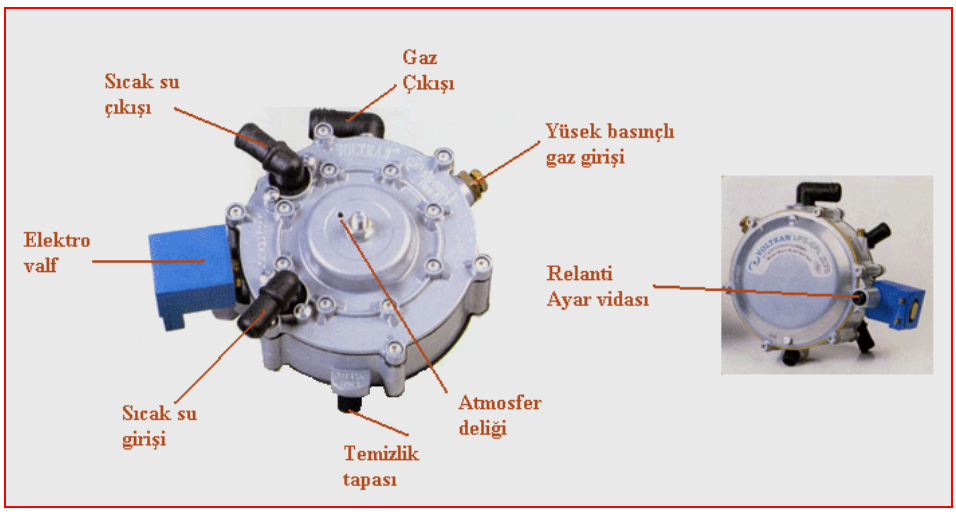
LPG gaz sistemlerinde motorun ihtiyacı olan gazı karbüratör üzerinde bağlı olan miksere göndererek motorun çalışmasını sağlamaktadır. LPG sisteminde kullanılan buharlaştırıcı, depodan gelen sıvı LPG'yi motorun soğutma sisteminden aldığı ısı ile buharlaştırmak ve motorun ihtiyacı olan gaz miktarını ayarlamak için kullanılır.

- **Buharlaştırıcının (Regülatör) Özellikleri**

  - Gövde ve kapak tamamen alüminyum malzemeden yapılmıştır.
  - Sıcak su odası, gaz odasından su/gaz muhafaza koşulu sağlanarak diyafram ile ayrılmıştır.
  - Diyafram, contalar, yaylar, ECE-R 67. 01 standartlarına göre LPG kullanımına uygun materyalden yapılmıştır.
  - Test basıncı 67,5 bardır (LPG regülatörü için).
  - Kademe çıkışında gaz akışının kapatılması bir elektrovalf ile yapılır.

Buharlaştırıcının elektronik ve vakumlu olarak iki tipi vardır. Karbüratöre giden gaz hattı elektronik buharlaştırıcıda kontak ile birlikte çalışır. Gaz hattı açık olsa bile elektrovalf ile gazın motora akışı kesilir.

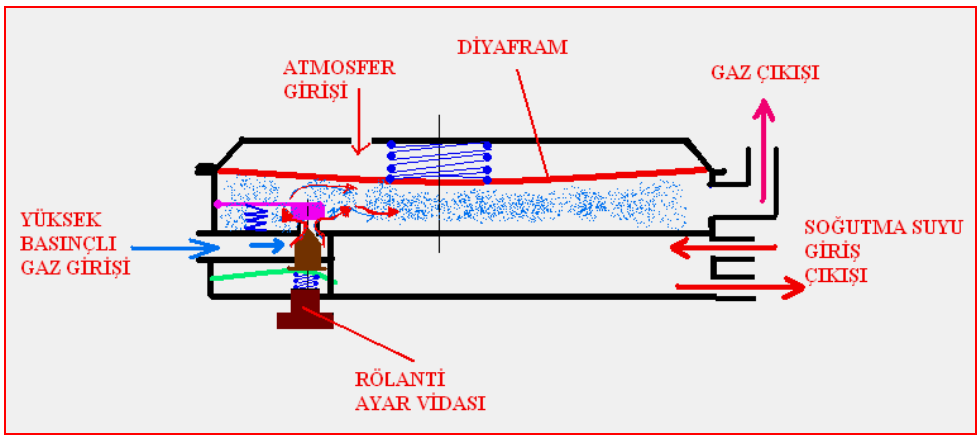
Pnömatik tipler manifold vakumu etkisi ile buharlaştırıcı da alt basınçtan yararlanılır. Sadece motor çalıştığında buharlaştırıcı devreye girer. Resim 1.9'da LPG sisteminde kullanılan buharlaştırıcı gösterilmiştir.



Resim 1.9: LPG buharlaştırıcı (regülatör)

- **Yüksek basınç bölümü ve parçaları**

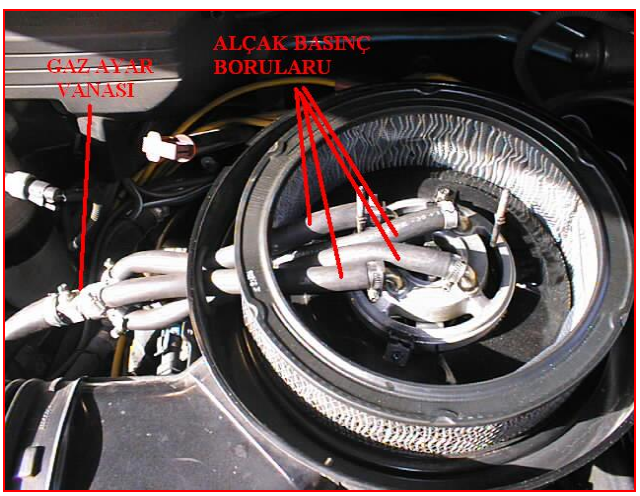
LPG tankından gelen basınçlı LPG buharlaştırıcıda bu bölüme dolmaktadır. Yüksek basınç bölümü girişi elektrovalf ile kapatılır. Yüksek basınç bölümü çıkışında ise motorun manifold vakumunu algılayan küçük bir valf bulunur. Motor çalışmadığı zaman valf açılarak burada bulunan sıvı LPG, diyaframın bulunduğu geniş hazneye ulaşarak haznede buharlaşır ve gaz hâline geçer. Sıvı LPG'nin basıncı bu bölümde atmosferik basınca düşürülür. Şekil 1.6'da basit bir buharlaştırıcının şematik resmi verilmiştir.



Şekil 1.6: Buharlaştırıcının (regülatör) iç yapısı

- **Alçak basınç bölümü ve parçaları**

Alçak basınç bölümü diyafram ile soğutma suyu arasında kalan hacimdir. Yüksek basınç bölümüne gelen sıvı LPG, alçak basınç bölümünde gaz hâle geçer. LPG'nin hâl değiştirmesi için ortamdan ısı çekilmektedir. Buharlaştırıcı bu ısıyı soğutma suyunun ısısı ile karşılamaktadır. Motorun ihtiyacı olan LPG bu bölümde hazırlanır. Buharlaştırıcıda hazırlanan gaz, gaz ayar vanasından geçer ve miksere gelir. Gaz ve hava karışarak emme manifolduna dolar. Resim 1.10'da alçak basınç borusu ve gaz ayar vanası gösterilmiştir.



Resim 1.10: Alçak basınç borusu ve gaz ayar vanası

- **Selonoid valf**

Buharlaştırıcı üstünde bulunan ve kontak anahtarına bağlı olan gaz kesici valftir. Motor çalışmadığı zaman buharlaştırıcıdaki gazın kesilmesi gerekmektedir. Vakumlu tip

buharlaştırıcılar manifold vakumu ile çalıştığı için motor çalışmadığı zaman buharlaştırıcıya giren gaz kesilir. Elektronik buharlaştırıcıda ise motor çalışmadığı zaman veya kontak anahtarı açıldıktan 5 saniye sonra motorun çalışmaması durumunda gaz kesilmektedir. Motor çalıştığı sürece buharlaştırıcının üstünde bulunan selonoid valf gaz girişini açık tutmaktadır. Resim 1.11'de buharlaştırıcı ve üstündeki selonoid valf görülmektedir.

Resim 1.11: Buharlaştırıcı ve solenoid valf

- **Radyatör suyu giriş-çıkış boruları**

Motor soğutma suyu buharlaştırıcıya girerek sıvı LPG'nin buharlaştırılmasını sağlar. Motor soğutma suyu kauçuk esaslı plastik boru ile buharlaştırıcının sıcak su giriş ve çıkışına bağlanır. Soğutma suyu motor çalıştığı sürece buharlaştırıcıda devirdaim eder. Resim 1.12'de buharlaştırıcıda kullanılan sıcak su boruları verilmiştir.

Resim 1.12: Sıcak su boruları

- **Temizlik tapası (drain tapası)**

Buharlaştırıcının içinde biriken pisliklerin periyodik olarak temizlenmesi için kullanılan tapadır. Buharlaştırıcı üzerinde bulunan temizlik tapası sökülerek içerisinde

bulunan pislikler temizlenir. Resim 1.9'da buharlaştırıcının üzerinde temizlik tapası gösterilmektedir.

- **Rölanti ayar vanası**

Buharlaştırıcının yüksek basınç bölümünde bulunan gazın rölanti hızında silindire girebilmesini sağalar. Resim 1.11'de buharlaştırıcının şematik resminde rölanti ayar vidası gösterilmektedir. Şemada gösterilen rölanti vidasının önünde bulunan yayın tansiyonu değiştirilerek valfin açılması kontrol edilir.

- **Alçak basınç borusu**

Buharlaştırıcının alçak basınç ucundan, karbüratörün üzerinde bulunan miksere gazın iletilmesi için kullanılan kauçuktan yapılmış plastik borudur. Motor ısısından dolayı boruda delinme olmaması için alçak basınç borusunun dış kısmı çelik tellerden örülmüştür.

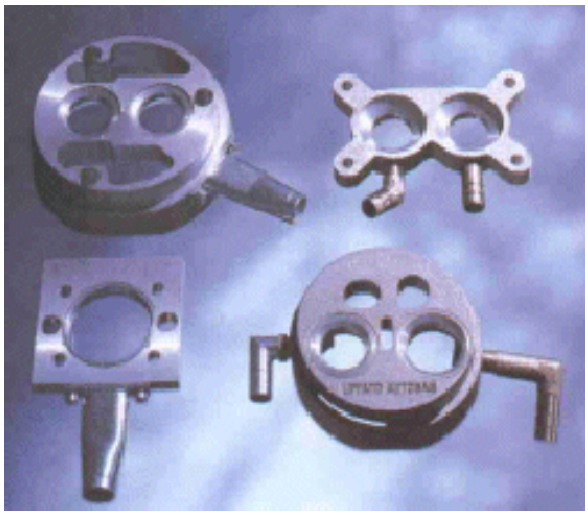
- **Gaz ayar vanası**

Motorun düzenli bir şekilde LPG'de çalışması için alçak basınç borusu üzerinde gaz ayar vanası bulunmaktadır. Gaz ayar vanası motorun maksimum gaz ayarının yapılması için kullanılır.

1.5.1.7. Karıştırıcı (Mikser)

Karbüratörlü motorların gaz ile çalışması için karbüratörün üst veya alt kısmına takılan alüminyumdan yapılan aparattır. Gaz ayar vanasından gelen gazın hava ile karışması sağlanmaktadır. Motora LPG ve hava karışımını homojen bir şekilde gönderen kısımdır. Mikserin görevi çalışan motora her çalışma konumunda emilen hava miktarı ile orantılı olarak gaz vermeyi sağlamaktır.

Karbüratör tiplerine göre mikserin şekli değişmektedir. Resim 1.13'te çeşitli karbüratörler için kullanılan mikser çeşitleri gösterilmektedir.



Resim 1.13: Karbüratörler için kullanılan mikser çeşitleri

1.5.1.8. Yakıt Seçme Anahtarı ve Elektrik Bağlantıları

Görevi; sürücüye benzin veya LPG ile çalışma ve bekleme tercihi sunan anahtardır. Sürücünün kolay kumanda edebileceği bir şekilde monte edilmiştir. LPG tankında bulunan yakıt miktarını da göstermektedir.

- Aracın benzinden LPG'ye, LPG'den benzine geçişini sağlar. Bu işlem araç seyir hâlindeyken veya araç duruyorken yapılabilir.
- LPG tankında bulunan gaz seviyesini gösterir.
- Gerektiğinde benzin veya gaz valfinin kapalı konumda kalmasını sağlar.

Yakıt seçme düğmesi LPG pozisyonunda ise benzin elektrovalfi benzin akışını keserek LPG akışını sağlamaktadır. Motor 3-5 saniye içerisinde çalıştırılmazsa yakıt seçme anahtarı içerisindeki elektronik devre LPG gaz elektrovalflerini kapatarak gaz akışını keser. Yakıt seçme düğmesi benzin pozisyonuna alındığında, yakıt seçme anahtarı LPG gaz sistemi üzerindeki elektrovalfleri kapatarak benzin valfini açar motor benzin ile çalışır.

Multivalf üzerinde bulunan şamandra sensöründen aldığı sinyaller ile LPG gaz deposunda bulunan gaz miktarını yakıt seçme anahtarı üzerinde göstermektedir. Kontak anahtarı kapatıldığı zaman benzin ve LPG gaz yakıt sistemi elektrovalflerini kapatır. Resim 1.14'te yakıt seçme anahtarı ve elektrik bağlantıları elemanları görülmektedir.

Resim 1.14: Yakıt seçme anahtarı ve elektrik bağlantıları elemanları

1.5.1.9. Benzin Kesici Elektrovalfi

Depodan gelen benzinin karbüratöre gitmesini engellemek için benzin pompası ile karbüratör arasına Resim 1.15'te görülen benzin elektrovalfi takılmaktadır.

Resim 1.15: Benzin kesici elektrovalfi

LPG Elektrovalfi gibi 12 voltluk bir bobin tarafından kumanda edilir ve araç LPG ile çalışırken benzin akışının kesilmesini sağlar. Yakıt seçici anahtar LPG tercihinde iken benzin kesici elektrovalfi benzin akışını kestiği için yakıt pompası çıkışında basınç artışından dolayı diyafram askıya alınır ve yakıt pompası çalışmaz. Bu valf araç sadece benzin ile çalışırken açık olup diğer durumlarda kapalıdır.

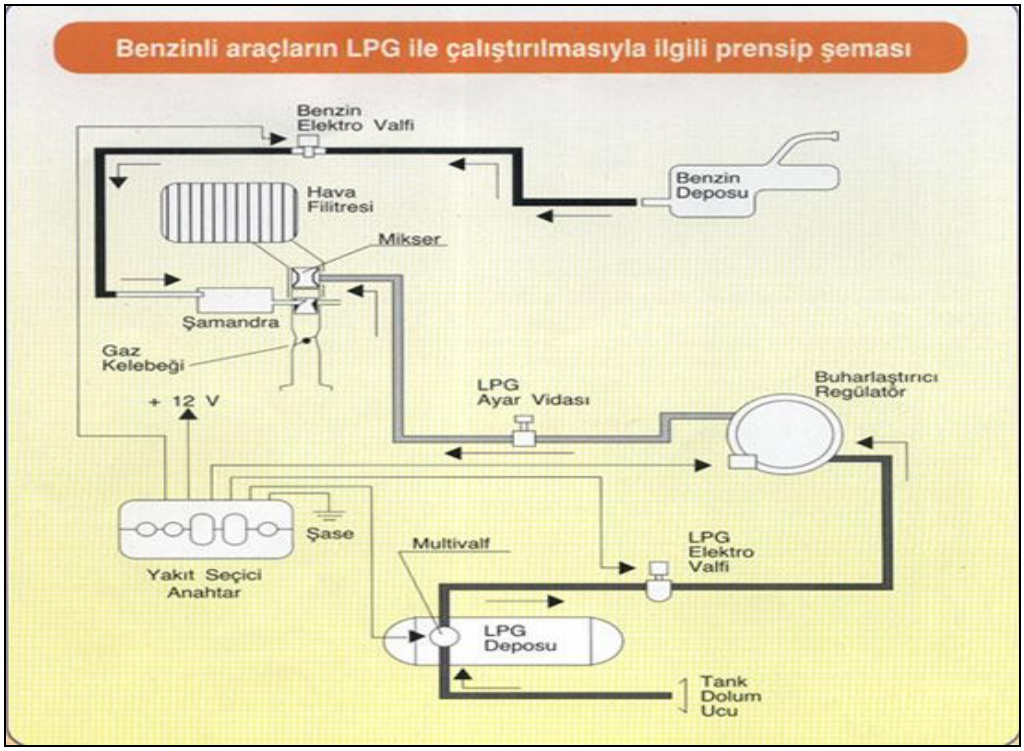
Benzin pompası elektrikli olan sistemlerde benzin elektro valfi kullanılmamaktadır. Elektrikli yakıt pompasının elektriği kesilerek sistem korunur ve benzin akışı kesilir.

1.5.2. Sistemin Devre Şeması

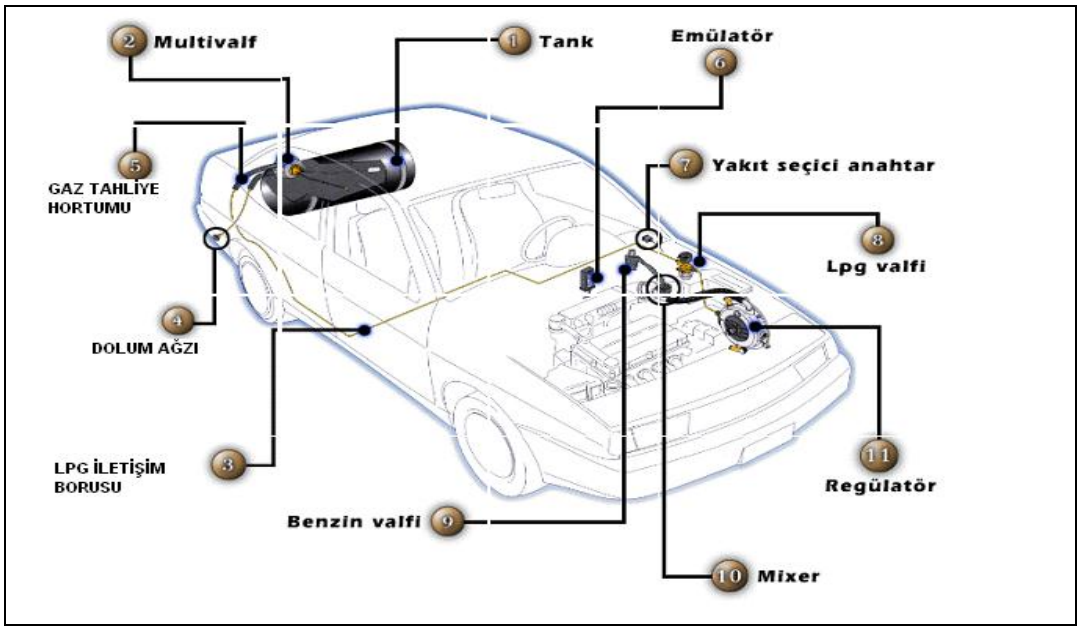
Araçların LPG dönüşümü LPG yakıt sistemi elemanlarının mevcut sisteme ilave edilmesiyle gerçekleşir. Aracın mevcut yakıt ve ateşleme sistemi olduğu gibi muhafaza edilmektedir. Araç şoför mahalline yerleştirilen bir yakıt seçici anahtar ile benzin veya LPG ile çalışma konumu seçilebilir.

Araç bagajına yerleştirilen LPG tankından bakır boru ile motor bölümüne getirilen sıvı LPG, önce LPG elektrovalfine ve bakır boru ile buharlaştırıcıya (regülatöre) ulaşır. Buharlaştırıcı sıvı hâldeki LPG'yi motorun soğutma devresinden sağladığı ısı ile gaz hâline çevirir ve LPG basıncını atmosferik basınca yakın bir değere indirir. Motorun ihtiyacı olan LPG miktarı, buharlaştırıcı üzerindeki diyafram ve manifold vakumu etkisi ile ayarlanır.

Buharlaştırıcıdan esnek bir boru ile çıkan gaz hâlindeki LPG, ayar vanasından geçtikten sonra karbüratör üzerine monte edilen ve gaz ile havanın homojen bir şekilde karışımını sağlayan miksere gelir. Manifold vakumu ve emme zamanında pistonun emiş etkisi ile gaz-hava karışımı silindirlere kadar ulaşır. Resim 1.16'da benzinli araçlarda LPG yakıt sistemi şeması görülmektedir.



Resim 1.16: Benzinli araçların LPG gazı ile çalıştırılması prensip şeması



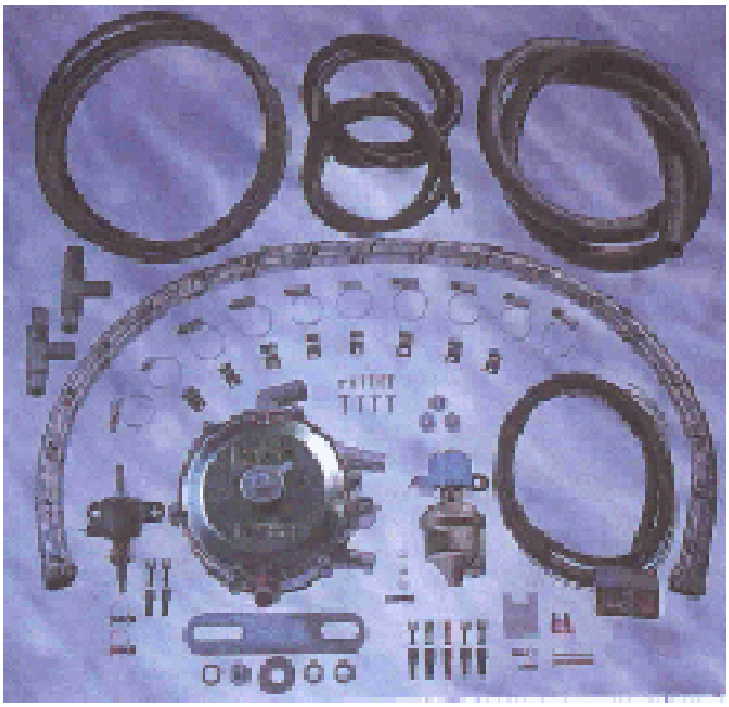
Resim 1.17: LPG yakıt sistemi parçalarının montaj edilmiş hâli

LPG sisteminin emniyeti mükemmeldir. Buharlaştırıcı üzerinde bulunan elektrovalf, motorun ateşleme sisteminden aldığı komutla açılır veya kapanır. Kontak açılır fakat motor çalışmazsa elektronik sistemin komutu ile valf 5 saniye içerisinde otomatik olarak kapanır. Aracın kontağı kapatılıp motor stop edildiğinde hem LPG elektrovalfi hem de buharlaştırıcı üzerindeki LPG elektrovalfi kapanır. LPG tankı üzerinde bulunan multivalfin giriş ve çıkışları, bir kaçak durumunda otomatik olarak kapanan özel valflerle donatılmıştır.

Araçlarda alternatif yakıt olarak LPG kullanımı; vuruntuyu azaltarak motor ömrünü uzatmakta, yakıt ve yağ giderlerini düşürerek ekonomi sağlamakta ve yanma sonucu kurşun, kükürtdioksit ve aromatikler gibi zararlı emisyonlar üretmemesi nedeniyle yaşadığımız çevrenin korunmasına da katkı sağlamaktadır. Resim 1.17'de LPG yakıt sistemi parçalarının araç üzerinde montaj edilmiş şekli görülmektedir.

1.5.3. Karbüratörlü Motorlarda LPG Yakıt Sisteminin Montajının Yapılışı

Dönüşüm işlemi mesleki eğitim almış yetkili kişilerce üretici firma montaj talimatlarına uygun yapılmalıdır. Dönüşüm öncesinde aracın bakımlarının yapılmış ve ayarlarının iyi olması gerekmektedir. Resim 1.18'de LPG dönüşüm kiti adı verilen LPG yakıt sistemi elemanları görülmektedir.



Resim 1.18: LPG dönüşüm kiti

Karbüratörlü motorlarda dönüşüm öncesi yapılacak araç kontrol işlemleri şunlardır:

- **Ateşleme sisteminde yapılacak kontroller:**

  - Buji tırnak aralığının kontrolü yapılmalı ve 0,70 mm olmalıdır. Bujilerin ortalama verimlililik süresi 12000 km'dir. Buji tırnakları temiz olsa dahi verimli çalışamazlar.
  - Platinli distribütörde platin aralığı kontrol edilmeli, 0,45-0,50 mm olmalıdır.
  - Avans kontrolü yapılmalı ve rölanti de 10-12 derece, 3000-3500 dev/dk.da 25-28 derece avans olmalıdır. Düşük avans değeri ateşlemenin geç olması demektir. Motorda tekleme ve çekiş düşüklüğüne neden olur. Avans yüksek ise yanma odasında, supap tablası ve yuvalarında, metal ergimesine neden olabilir. Supaplar motor benzin ile çalışırken daha sesli çalışacaktır.

- **Yakıt sisteminde yapılacak kontroller:**

  - Karbüratörün temizliği ve ayarı yapılmalıdır. Karbüratördeki tıkanıklıklar ve ayarların bozuk olması hem benzin hem de LPG ile çalışmada düzensizliğe ve teklemelere neden olacaktır.
  - Hava filtresi kontrol edilmeli, gerekiyorsa değiştirilmelidir. Kirli hava filtresi motorun düzensiz çalışmasına ve yakıt sarfiyatının artmasına neden olur.

1.5.3.1. LPG Tankı Montajı

LPG tankı, binek araçların bagaj bölümünde, kendi orijinal sehpası üzerine montajı yapılmalıdır. Tank en az 2 adet çelik bağlama kayışı ile gerdirilerek bağlanmalıdır. LPG tankının bağlama kayışları lastik kaplamalı olmalıdır. Kaplamasız kayışlar tankın boyasının yıpranmasına ve korozyona neden olmaktadır. LPG tankı, dış etkenlerden koruma için epoksi boya ile boyanır. Resim 1.19'da farklı montaj edilmiş LPG tankları görülmektedir.

Resim 1.19: Montaj edilmiş LPG tankı

Montajda önemli bir noktada multivalfin tank üzerine monte edilmesidir. Multivalf üzerindeki gösterge ve diğer elemanlar yatay konuma paralel olmalıdır. Multivalf sağ tarafta

olmalıdır. Tank montaj mastarı ile multivalfin çeşidine göre 0 ve 30° açı verilmelidir. Hatalı montaj açısı şamandıranın hatalı seviye göstermesine neden olacaktır.

1.5.3.2. Multivalfin Montajı

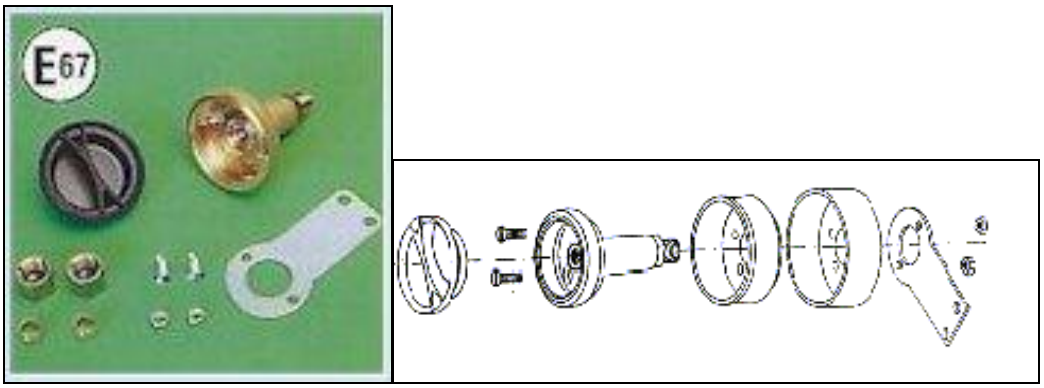
LPG dönüşüm sistemlerinde multivalf, tank çapına ve tipine uygun seçilmeli ve çalışma açısında montajı yapılmalıdır. Hatalı montaj doğru ve verimli çalışmayı engeller.

Multivalf üzerinde emme ve doldurma hatları üzerinde vanalar vardır. Tamir, bakım veya arıza sırasında vanalar kapatılır. LPG yakıt sistemi kapalı bir devredir. Meydana gelebilecek bir kaçak veya boruda delinme sonucu LPG gazı çevreye hızla yayılmaya başlar. Multivalf üzerinde bu tür kaçaklarda aşırı akımı engelleyen bir güvenlik sistemi vardır.

Multivalf koruma kutusu oluşabilecek gaz kaçaklarının havalandırma boruları aracılığı ile bagaj içerisinden araç dışına tahliye edilmesini sağlar. Hatalı montaj sonucu kaynaklanabilecek gaz sızıntısı bagaj içerisinde birikerek aracın yanmasına neden olabilecektir.

1.5.3.3. Dolum Ağzının Montajı

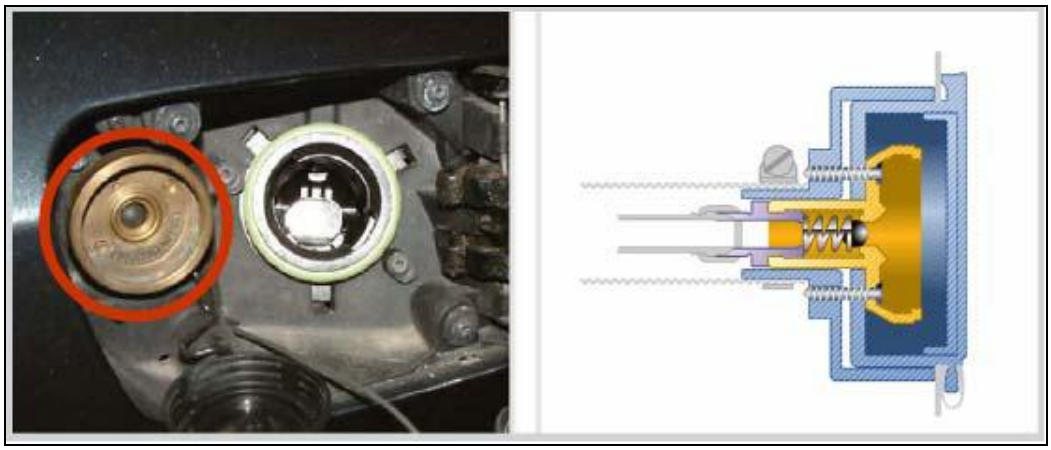
Dolum ağzı ECE R 67 ve TSE standartlarına uygun imal edilmiş olmalıdır. Mutlaka araç bagajının dışına montajı yapılmalıdır. Dolum ağzı çarpmalardan en son etkilenecek noktaya konulmalıdır. Resim 1.20'de dolum ağzı elemanları ve montaj şeması görülmektedir.



Resim 1.20: Dolum ağzı parçaları ve montaj şeması

Dolum ağzının toz ve pislik girmemesi amacıyla kullanılan plastik bir tapası vardır. Dolum ağzı egzozdan en az 250 mm uzağa monte edilmelidir. Resim 1.21'de montajı yapılmış dolum ağzı ve kesiti görülüyor.

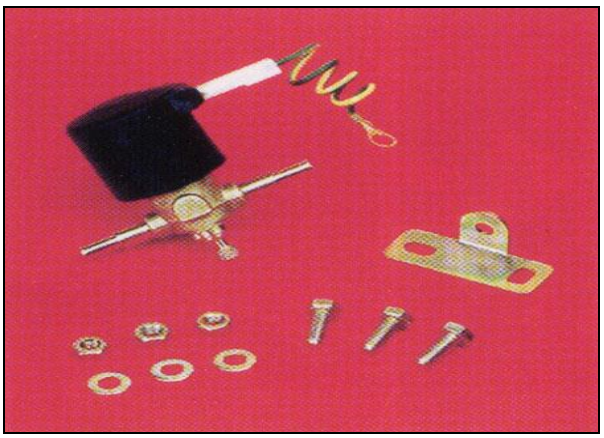
Dolum ağzı 8 mm çapında bakir boru ile tanka bağlanır. Tank ile dolum ağzı arasındaki bağlantıda mutlaka esnek bir bağlantı elemanı tercih edilmelidir.



Resim 1.21: Montajı yapılmış dolum ağzı ve kesiti

1.5.3.4. Benzin Kesici Elektrovalfin Montajı

Benzin otomatiği ve karbüratör arasına konan benzin geçişini sağlayan veya kesen elektromanyetik bir valftir. Üzerindeki benzin akış yönünü gösteren ok işaretine dikkat edilerek düşey konumda monte edilmelidir. Karbüratörlü araçlarda kullanılmaktadır. Valf üzerinde bulunan manuel kol sola çevrildiğinde LPG sistemini devre dışı yapar ve benzin akışını serbest bırakır (Resim 1.22).



Resim 1.22: Benzin kesici elektrovalfi

1.5.3.5. LPG Elektrovalfinin Montajı

LPG tankından motor bölümüne gelen likit hâldeki LPG'nin kontrolünü sağlar. 12 voltluk bir bobin tarafından kumanda edilir. Giriş-çıkış rekorlarından ve LPG içerisindeki pislikleri tutacak filtreli bir kaptan oluşur. Resim 1.23'te görülmektedir.

Resim 1.23: LPG elektrovalfi

Selonoidin nominal besleme gerilimi 12 volt ve 8W gücündedir. Seçici anahtardan gelen elektrik kablosu valfin + ucuna ve valf üzerindeki – uç şasiye bağlanır.

LPG tankından 6 mm kalınlığındaki izoleli bakır boru LPG valfinin girişine bağlanır. LPG valfinin gaz çıkışı buharlaştırıcı gaz girişine yine 6 mm izoleli bakır boru ile bağlanır. Bakır boruların ucuna havşa açılarak veya pirinçten yapılmış sızdırmazlık yüzükleri ile sızdırmazlığı sağlayacak şekilde montajı yapılmalıdır. LPG valfi motor bölmesine buharlaştırıcı yakın bir noktaya dik konumda montaj edilmelidir. Isı kaynağına yakın olmamalıdır.

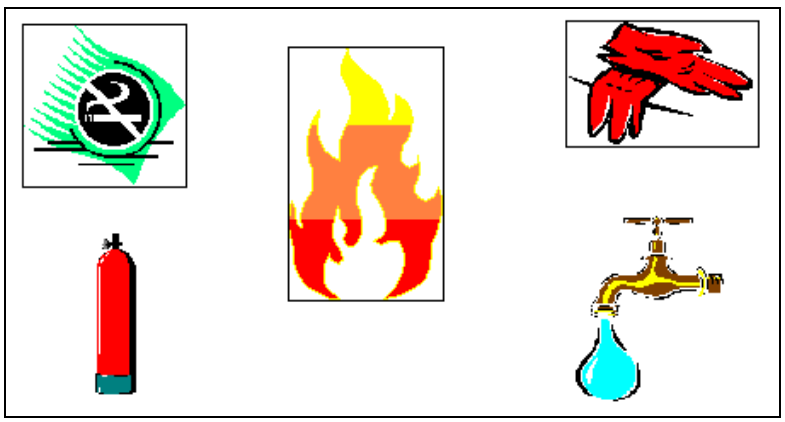
1.5.3.6. Buharlaştırıcının (Regülatör) Montajı

LPG'nin likit hâlden gaz hâline geçmesini ve LPG basıncının atmosferik basınç değerlerine ayarlanmasını sağlar. Böylece gaz motor tarafından emilebilir. Basınç ve debi bir meme, diyafram, yay ve elektro valf kombinasyonu ile ayarlanmaktadır. Bu cihaz dik pozisyonda ve aracın gidiş yönüne paralel yerleştirilmelidir.

Buharlaştırıcı sıcak su, motor soğutma suyunda ısı ve basınca dayanıklı su hortumları ile kelepçelerle bağlanarak sağlanır. Buharlaştırıcı içinde gaz akışını sağlayan elektrovalf 12 V ile çalışır. Seçici anahtardan gelen kablo ile akım alır.

Tankın üzerindeki multivalften çıkan basınca dayanıklı bakır boru, egzozdan asgari 250 mm uzaklıkta egzozun karşı tarafından, aracın en alt kanallarından, her 600 mm'de bir tutma mandalları ile tutturularak geçirilmeli, aracın yere sürtünmesi hâlinde bakır borunun zarar görmeyeceği bir noktadan buharlaştırıcıya ulaştırılmalıdır. Bakır borunun dış yüzeyi taş vb. çarpmalara karşı dayanımı artırmak amacıyla plastik ile kaplanmıştır. Bakır boru kabin içi, sürücü mahalli ve çamurluklardan geçirilmemelidir.

1.5.4. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar



Şekil 1.7: Güvenlik uyarı levhaları

Atölye çalışma alanında güvenlik açısından ”Gaz Üzerinde Çalışılıyor”, “Manevra Yapmayınız”, ”Sigara İçmeyiniz” vb. uyarı levhaları ve Şekil 1.7’de görülen uyarı işaretleri mutlaka asılı olmalıdır.

LPG yakıt sistemi monte edilmiş araç üzerinde çalışırken dikkat edilecek kurallar şunlardır:

- LPG gazı yakıt sisteminde kullanılan elemanların tamamı ECE R 67 01 ve TSE standartlarına uygun olmalıdır.
- LPG gaz hâlindeyken havadan ağırdır, zeminden alçakta müdahale etmeyiniz.
- LPG sistemine müdahale sırasında akrilik kıyafetler giymeyiniz veya statik elektriğin ortaya çıkmasına neden olabilecek nesneler bulundurmayınız.
- Alev çıkaran veya ateşleyici sistemleri (kıvılcım, sigara, cep telefonu vb.) müdahale sahasının yakınına getirmeyiniz.
- LPG’nin deriyle teması, soğuktan kaynaklanan yanmalara sebep olabilir. Koruma eldivenleri ve gözlük kullanınız.
- Müdahale öncesi, LPG elemanlarının iyi durumda olduğunu gözle kontrol ediniz.
- Tüm müdahaleleri akü sökülmüş hâlde iken yapınız.
- Montaj, sökme, takma, bakım ve onarım talimatlarına mutlaka uyunuz.
- Bir rekoru hiçbir şekilde devrede basınç varken sökmeyiniz. Bir kaçağı asla teflon kaplama, sızdırmazlık macunu vb. bir tesisatçı ürünüyle kapatmayınız.
- LPG sisteminin arızalı parçalarını onarmayınız, mutlaka değiştirilmeleri gerekir.
- Önceden boşaltmadan depoyu ve/veya üzerine bağlı bir elemanı sökmeyiniz.
- LPG tankına sabitlenmiş elemanları (multivalf, LPG tankı aşırı basınç supabı) değiştirmeyiniz, araç üzerindeki tüm depoyu değiştiriniz.

- LPG sistemine her türlü müdahaleden sonra, gaz kaçağı algılama ürünü veya gaz kaçak dedektörü ile gaz besleme devresinin sızdırmazlığını kontrol ediniz.
- LPG tankı ile benzin tankı arasında yalıtkan bir malzeme yok ise aralarında en az 50 mm mesafe olmalıdır.
- LPG tankı ile üzerinde bulunduğu sehpa birbirine temas etmeyecek şekilde izolasyon yapılmalıdır.
- Sızdırmazlık kutusu ve havalandırma hortumları mutlaka monte edilmelidir. Sızdırmazlık kutusu kapağı mutlaka takılmalı kırık ya da çatlak olmamalıdır. Havalandırma hortumları yırtık, kopuk, ekli olmamalı; içinden kablo vb. şeyler geçirmek amacıyla kesinlikle delinmemeli ve sızdırmazlığı sağlamak için her iki ucuna metal kelepçe takılmalıdır.
- LPG dolum ağzı kesinlikle bagaj içersinde olmamalıdır.
- LPG boruları kesinlikle araç kabini ve çamurluk içinden geçirilmemelidir. LPG bakır boruları ve LPG tankları egzoz boru susturucu ve manifoldlarından en az 15 cm mesafeli olmalıdır. Çok zorunlu durumlarda en az 5 cm yaklaşıldığında kalınlığı 1 mm olan yalıtkan malzeme ile yalıtılmalıdır. LPG bakır boruları araç altında en az 60 cm aralıklarda kroşelerle tutturulmalıdır.
- Buharlaştırıcı-gaz ayar vidası-mikser arasına üzerine çelik tel kaplı orijinal LPG hortumları takılmalıdır.

Çalışılan ortamda gaz ya da gaz kokusu varsa yapılması gerekenler şunlardır:

- Ciddi bir gaz kaçağı olması hâlinde, araç gerekirse itilerek açık havada her türlü konuttan uzakta tecrit edilmelidir.
- Durum kontrol altına alınamazsa güvenlik birimlerinin müdahale etmesi gerekir.

Araç üzerinde bir ısı kaynağına bağlı müdahaleler olması durumunda, ısıl işlem yapılması gerektiğinde dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- LPG basınçlı depolarda saklanır. Bu nedenle deponun ısınmaması gerekir.
- LPG boruları ve tank yakınında kaynak yapılmaz, ısı kaynağı kullanılmaz; zorunluluk hâlinde LPG borularının ve tankın boşaltılması gerekir.
- Araç ısı fırınına girecekse tankın sökülmesi ya da gazının yakılması gerekir.

1.5.5. Montajdan Sonra Yapılan Kontrol ve Ayarlar

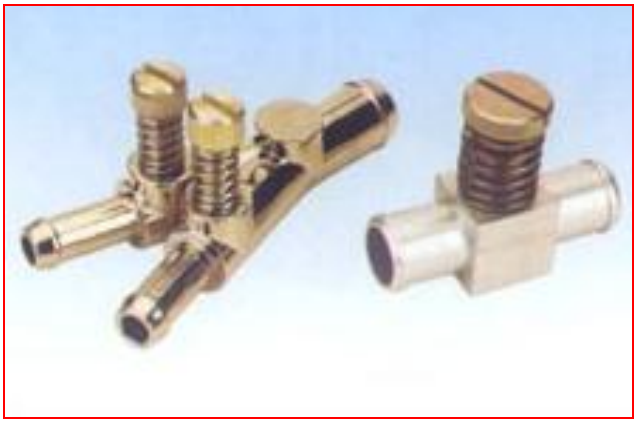
Aracın LPG dönüşüm sistemi montajı yapıldıktan sonra kullanılan malzemeleri ve yapılan montajın standartlara uyun olup olmadığı konusunda Makine Mühendisleri Odasına kontrol ettirilmesi ve montaj tespit raporunun alınması gerekmektedir.

- Sistem monte edildikten sonra montajda kullanılan tüm kelepçeler tekrar kontrol edilmelidir.
- LPG tankı 3-5 litre LPG ile doldurularak gaz kaçağı algılama ürünü veya gaz kaçak dedektörü ile LPG besleme devresinin sızdırmazlığı kontrol edilmelidir.
- LPG tankının % 80 oranında dolum işlemini durdurması gerekmektedir.

- Dolum ağzından LPG gazı dolum işleminin uygun yapılıp yapılmadığı kontrol edilmelidir.
- Multivalfin görevini yapıp yapmadığı ve sızdırmazlığı kontrol edilmelidir.
- LPG deposunun uygun açıda bağlanıp bağlanmadığı ve depo taşıyıcısının ve bağlantı kuşak cıvatalarının sıkma torkları kontrol edilmelidir.
- Jikle kolu çekilerek jikle kelebeğinin miksere temas edip etmediği kontrol edilir.
- Kontak anahtarı açılarak LPG kontrol ünitesi ve yakıt seçme anahtarının valflere kumanda edip etmediği kontrol edilmelidir. Yakıt seçme anahtarı benzin konumunda kırmızı, LPG konumunda yeşil yanmalıdır.

Kontrol işlemlerinden sonra LPG gaz dönüşümü yapılmış bir motorda bütün gaz bağlantıları kontrol edildikten sonra dönüşüm sisteminin gaz ayarları yapılır. LPG yakıt sisteminde gaz motora iki yolla alınmaktadır.

- Buharlaştırıcıdan sonra gaz ayar vidası el ile ayarlanarak motorun çalışması sağlanmaktadır. Bu sistemde gaz ayar vidası ile aracın ihtiyacı olan gaz bir kere ayarlanarak sistemin çalışması sağlanmaktadır. El ile ayarlanan sistemde hava filtresi tıkandığı zaman gaz ayarı değişmektedir. Bu sistem karbüratörlü motorda kullanılmaktadır. Ön ayardan sonra motor çalışma sıcaklığına getirilerek rölanti ve yüksek hızda (3000-3500 dev/dak) diyagnostik cihazı veya egzoz gazı analiz cihazı ile hassas ayar yapılmalıdır. Resim 1.24'te gaz ayar vanası görülmektedir.



Resim 1.24: Gaz ayar vanası

1.6. Enjeksiyonlu Motorlarda LPG Yakıt Sistemleri

Araçların yakıt sistemlerindeki teknolojik yenilik ve gelişmelere paralel olarak LPG yakıt sistemleri de sürekli yenilenmekte ve gelişmektedir. Enjeksiyonlu araçlar karbüratörlü motorlara göre yakıt tasarrufu bakımından daha ekonomik çalışmaktadır. Enjeksiyonlu LPG yakıt sistemi uygulamaları teknolojik bakımdan karbüratörlü araçlardan daha ileridedir.

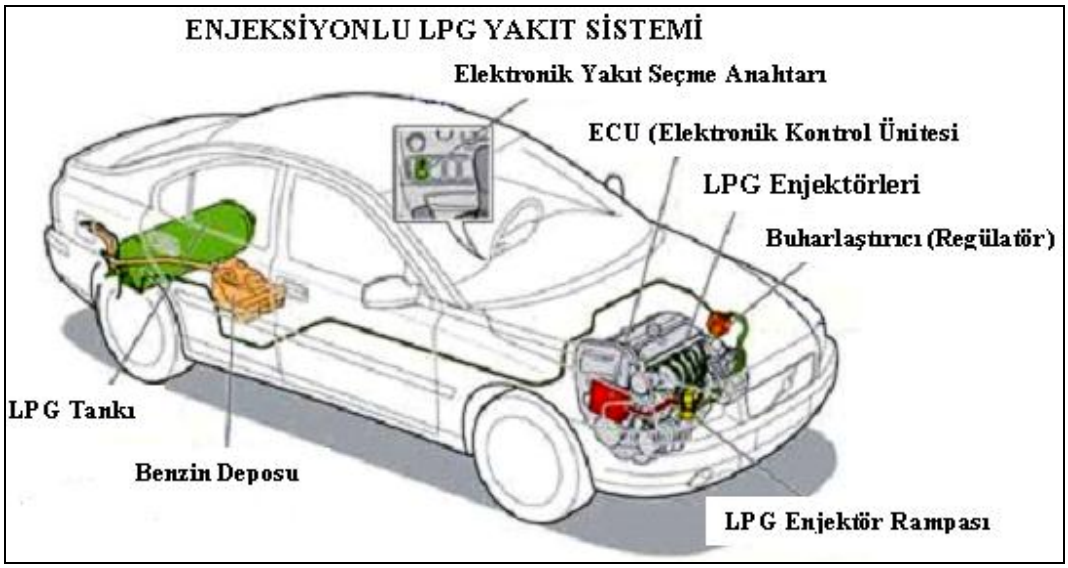
Benzin; enjeksiyonlu sistemlerde enjektörler vasıtası ile emme manifoldunun içine ateşleme sırasına göre püskürtülmektedir. Elektronik LPG'nin enjeksiyonu da aynı şekilde enjektörler ile emme manifoldunun içine elektronik olarak püskürtülmesidir.

1.6.1. LPG Enjeksiyon Sistemi Parçalarının Özellikleri ve Çalışma Prensipleri

Enjeksiyonlu motorlara uygulanan LPG yakıt sistemi elemanları şunlardır:

1. Buharlaştırıcı (Regülatör)
2. Motor soğutma suyu sıcaklık algılayıcısı
3. LPG filtresi
4. LPG rampası ve LPG enjektörleri
5. Emme manifold bağlantısı
6. ECU (Elektronik Kontrol Ünitesi)
7. LPG / Benzin seçme anahtarı
8. LPG Dolum ağzı
9. Multivalf
10. Silindirik LPG tankı

Resim 1.25'te araç üzerindeki yerleşimi görülmektedir.



Resim 1.25: Enjeksiyonlu LPG yakıt sistemi

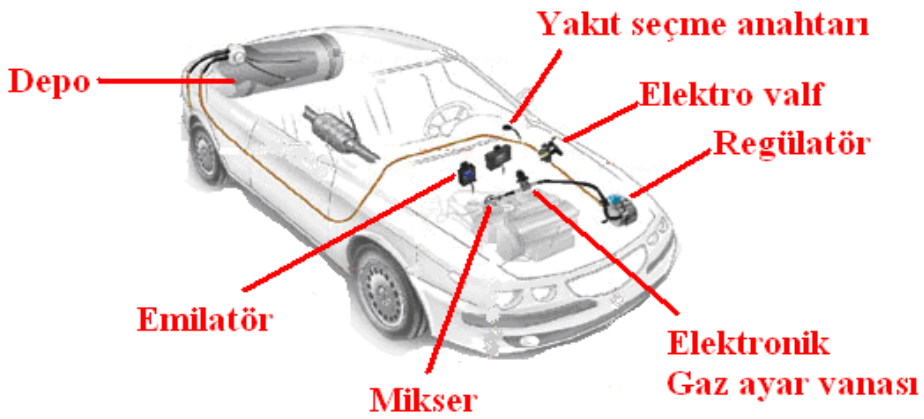
Elektronik gaz enjeksiyonunun çalışması için yakıt seçme anahtarının LPG pozisyonunda olması yeterlidir. Enjeksiyonlu motorun LPG ile çalışması sırasında elektrikli benzin otomatiği benzin akışını keser.

Sistemin LPG ile çalışması esnasında benzin enjektörlerinin çalışmaması için emilatör takılmaktadır. Emilatör, motorun benzin ECU'dan benzin enjektörlerine giden

sinyalleri emerek enjektörlerin çalışmasını engellemektedir. Emilatör, benzin enjektörlerinin çalışmasını engellerken gaz enjeksiyon ECU'ya sinyaller yollayarak gaz enjektörlerinin tıpkı benzin enjektörleri gibi çalışmasını sağlamaktadır.

Motor benzin ile çalıştırılmak istenirse yakıt seçme anahtarı benzin pozisyonuna alınarak LPG tankından gelen gazın yolu elektronik valfler ile kapatılır. Emilatör devre dışı kalarak benzin enjektörlerinin çalışması sağlanır. Benzin otomatiği çalışmaya başlayarak benzinin yolunu açar. Motorun normal olarak benzin ile çalışması sağlanır.

LPG yakıt sistemlerinde, karbüratörlü sistemlerde olduğu gibi enjeksiyonlu araçlarda da mikser kullanılarak dönüşüm yapılabilmektedir. Bu tip sistemlerde gaz enjektörleri yerine emme manifoldunun girişine mikser takılmaktadır. Motorun LPG ile çalışması sırasında benzin enjektörlerinin yine bir emilatör vasıtası ile çalışması engellenmektedir. Miksere giden gaz miktarı el veya elektronik gaz ayar vanası ile yapılabilmektedir. Resim 1.26'da enjeksiyonlu motorlarda kullanılan mikserli LPG yakıt sistemi görülmektedir.

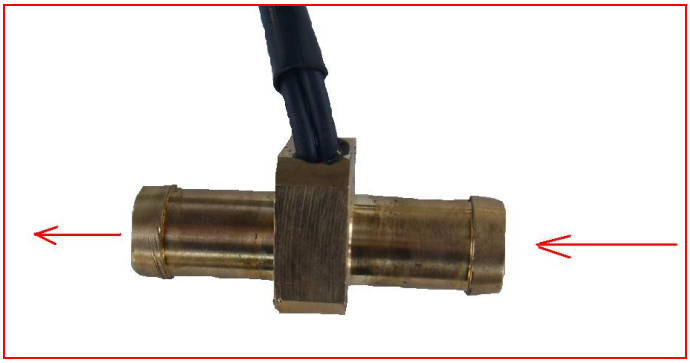


Resim 1.26: Mikser kullanılan enjeksiyonlu LPG yakıt sistemi

Enjeksiyonlu motorlarda kullanılan LPG yakıt sistemi işlevine göre sade bir yapıya sahiptir. Karbüratörlü araçlarda olduğu gibi gaz ayarı el ile yapılmadığı için oldukça ekonomik bir karışım ayarı sağlanmaktadır. Motorun çalışma koşullarına göre hazırladığı elektronik kontrol ünitesinin (ECU) verileri kullanılarak LPG enjektörlerinin çalışması sağlanmaktadır. Enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminin başlıca parçaları aşağıda verilmiştir.

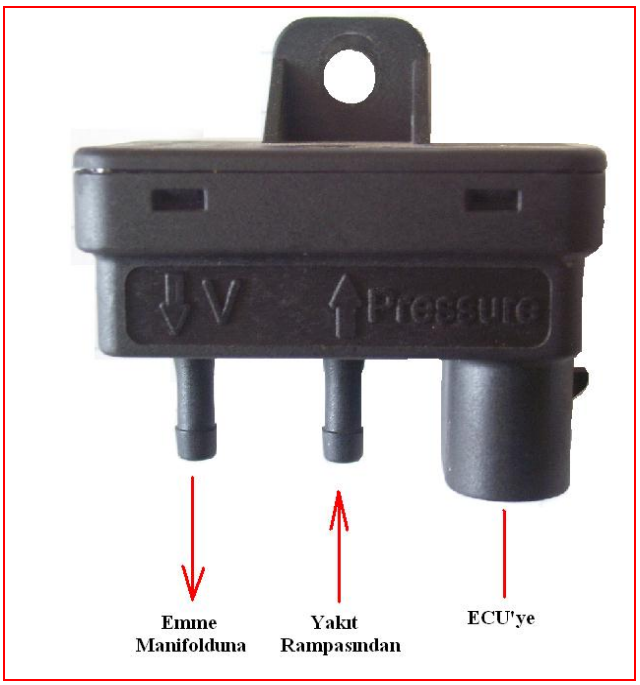
1.6.1.1. Sensörler

LPG gaz sisteminde enjektör rampasında LPG'nin basıncını ve sıcaklığını ölçen parçalardır. LPG yakıt sisteminde buharlaştırıcıdan çıkan gazın sıcaklığını ölçmek için LPG sıcaklık sensörü kullanılmaktadır. Resim 1.27'de LPG sıcaklık sensörü görülmektedir.



Resim 1.27: LPG sıcaklık sensörü

Enjektör rampasında, buharlaştırıcıdan gelen gazın basıncını ölçmek, istenilen basınçta tutmak için basınç ayar regülatörü kullanılır. Basınç ayar regülatörü LPG enjektör rampasındaki gazın basıncını ölçerek LPG ECU'ya iletir ve LPG ECU'ya gaz enjeksiyon durumunu bildirir. ECU, emme manifolduna püskürtülecek olan LPG'nin basıncını aynı sensör üzerinde bulunan basınç ayar regülatörüne iletir. LPG gaz basınç ayar regülatörü yakıt tüpünde bulunan LPG'nin basıncı fazla ise bir miktar gazı manifolda kaçırarak yakıt tüpünde gazın basıncını istenilen seviyede tutmaktadır. Resim 1.28'de LPG basınç ayar regülatörü ve basınç sensörü görülmektedir. Resim 1.29'da LPG sıcaklık ve basınç sensörü birleştirilmiştir.



Resim 1.28: LPG basınç ayar regülatörü ve basınç sensörü

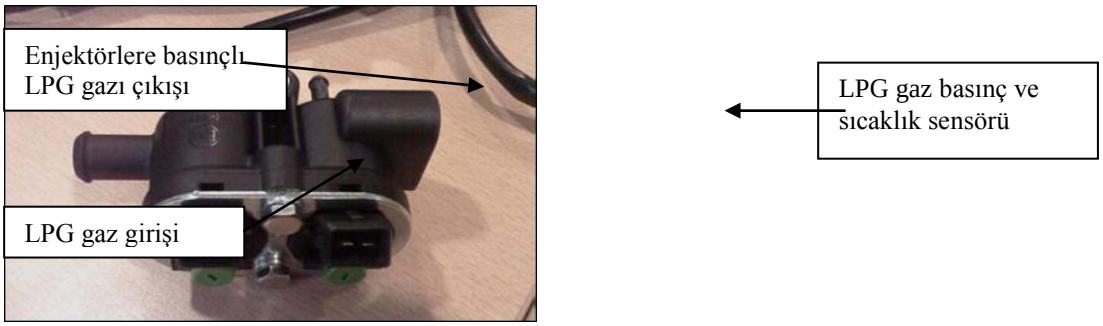
Resim 1.29: LPG sıcaklık ve basınç sensörü

1.6.1.2. LPG Enjektör Rampası

Buharlaştırıcıdan çıkan LPG'nin enjektörlere iletildiği plastik veya çelikten yapılmış yakıt tüpüdür. Üzerinde enjektörleri taşımaktadır. Yakıt rampası motorun silindir sayısına göre değişiklik arz etmektedir. 4 silindirli bir motor için 4 enjektör kapasiteli yakıt rampaları kullanılmaktadır. Resim 1.30'da 4 silindir için kullanılan enjektör rampası görülmektedir.

Resim 1.30: LPG enjektör rampası (rail)

V6 motorlarda yakıt rampaları ise üç enjektör bir tarafta üç enjektör diğer tarafta olmak üzere bölünebilmektedir. 2 silindir için kullanılan iki enjektör kapasiteli enjektör rampaları da vardır (Resim 1.31).



Resim 1.31: İki silindir için düzenlenmiş enjektör rampası

Basınç ayar regülatörü yakıt rampasının içerisinde bulunan gazın basıncını ayarlamaktadır. Yakıt rampasında gazın basıncı yaklaşık 0.65–0.85 bar arasındadır. Maksimum çalışma basınçları 3 bardır. - 40°C ile +120°C sıcaklık aralığında çalışabilir.

Regülatörden gelen gaz, enjektör rampası gövdesine girer ve enjektörleri besler. Motor hacmine göre kalibre edilmiş enjektörlerden çıkar ve püskürtme memeleri ve enjektör hortumlarından oluşan bir sistem yardımıyla emme manifolduna geçerek motora ulaşır. Enjektör rampası emme manifolduna mümkün olduğunca yakın bağlanmalıdır ve egzozdan uzak olmalıdır.

1.6.1.3. LPG Enjektör Boruları

Enjektörlerden çıkan LPG gazın emme manifolduna ulaşmasını sağlayan ısıya dayanıklı plastik borulardır. Resim 1.32'de enjektör borusu görülmektedir. Bir ucu enjektör çıkışına bağlanacak özel rakorlu diğer ucu ise manifolda monte edilen LPG enjeksiyon (püskürtme) memesine girecek şekilde üretilir. Enjektör hortumlarının aynı boyda olmasına dikkat edilmeli ve boyları 20 cm'den fazla olmamalı ve boy farkı 5 cm'yi geçmemelidir. Hortumlar büzülmemelidir. Enjektör direnci yaklaşık 1 ohm'dur. Ø4x10 mm, Ø6x13 mm çapında ve −30°C ile +120°C arasındaki sıcaklıklarda çalışmaya uygundur.

Resim 1.32: LPG enjektör borusu

1.6.1.4. LPG Enjektörleri

LPG enjektör rampasında bulunan LPG'nin emme manifolduna motorun çalışma sırasına göre iletilmesini sağlamaktadır. Silindir sayısı kadar enjektör bulunmaktadır. LPG enjektörlerinin çalışması elektronik kontrol ünitesi tarafından sağlanmaktadır. Enjektörler −40°C ile +120°C arasında çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Enjektörler boyutlarına göre LS: Küçük (yeşil), LM: Orta (siyah), LB: Büyük (beyaz) olmak üzere üç tiptir. Resim 1.33'te enjektör ve diğer parçalar gösterilmektedir.

Resim 1.33: LPG enjektörü ve püskürtme memesi

Resim 1.34: LPG püskürtme sistemi elemanları

LPG enjektörleri gazı, emme manifoldunda benzin enjektörlerinin bulunduğu bölgeden püskürtmektedir. Çalışma basınçları 0,8 - 3 bar arasındadır. 6 - 16 volt gerilimle çalışırlar ve açılma süresi 12 V: 1,5 ms'dir. Resim 1.34'te LPG yakıt sistemlerinde kullanılan enjektörler görülmektedir.

1.6.1.5. Elektronik Kontrol Ünitesi (ECU)

Elektronik kontrol ünitesi, motorun değişik yük ve yol şartlarına göre en iyi karışım miktarını hazırlamak ve bu hazırlanan karışımı en doğru zamanda emme manifolduna iletmek için enjektörleri açar. LPG yakıt miktarının hazırlanması için LPG basınç sensörü, LPG ısı sensörü, motor devir sensörü ve emilatörün benzin enjektörlerinden aldığı sinyaller LPG elektronik kontrol ünitesine iletilir. Yeni tip LPG elektronik kontrol ünitelerinde emilatör ECU'nun içerisine entegre edilmiştir. Resim 1.35'te LPG yakıt sisteminde kullanılan elektronik kontrol ünitesi görülmektedir.

Resim 1.35: LPG yakıt sistemi elektronik kontrol ünitesi (ECU)

Elektronik kontrol ünitesi 8 - 16 V besleme gerilimi ile çalışır ve 10A akım çeker. Mikroişlemci 16 bit 50 Mhz'dir. -40/+100°C sıcaklıkta çalışabilir. 8 enjektöre kumanda edebilmektedir. Sensörlerin ve veri sinyallerinin otomatik diyagnostiğini yapar. Tesisat üzerinde bulunan bir soket yardımıyla bilgisayarla bağlantı kurulabilir.

Elektronik kontrol ünitesinin LPG yakıt sistemindeki ana fonksiyonları şunlardır:

- Motordan gelen sinyaller
  - Benzin enjektörlerinin püskürme zamanı
  - Motor soğutma suyu sıcaklığı
  - Motor devir sensöründen gelen sinyal
  - Akü gerilimi
- LPG sistemine ait sinyaller
  - LPG enjektör rampasında LPG'nin basıncı ve sıcaklığı
  - LPG yakıt seviyesi
- Elektronik kontrol ünitesinin (ECU) verilere göre işlevleri şunlardır:
  - Elektronik yakıt seçme anahtarına ve LPG göstergesine kumanda eder.
  - LPG yakıt sisteminin elektro vanalarını aktifleştirir.
  - LPG enjektörlerini aktifleştirir.
  - Benzin enjektörlerini devre dışı bırakır.
  - LPG seviye sensörü sinyalini uyarlar ve yakıt seçme anahtarında görüntüler.
  - Sistemin verilerini kontrol eder ve işlemleri gerçekleştirir.
  - Mikroişlemci arabirimiyle iletişim kurar.

- Program güncellemesi yapıldığında, bilgisayar yardımıyla LPG ECU'nun programının yeniden başlatılması mümkün hâle gelir.

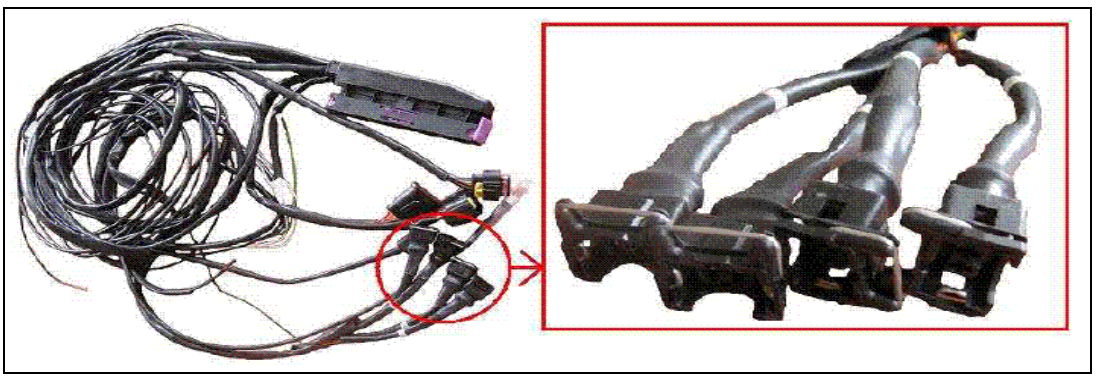
Elektronik kontrol ünitesi üzerinde bulunan etiketteki ECU: Kodlama adı verilen numara ve harfler sistemin özelliklerini tanımlar.

- SW:LR200100G24 ECU program işletim sistemi
- CAL LOGAN L90_14_06_K7J_ LS_ 00100G24_ 22

Araç tanımı	Motor	Enjektör tipi	İşletim sistemi	Yazılım numarası

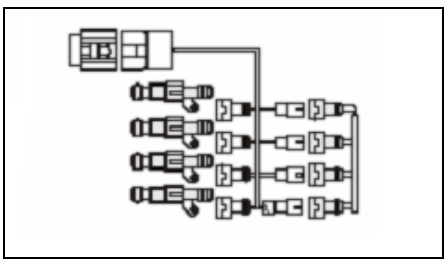
1.6.1.6. Elektrik Bağlantıları

Elektronik kontrol ünitesinden diğer bütün LPG yakıt sistemi elemanlarına elektrik bağlantılarının yapılmasında kullanılan kablo seti standart olarak hazırlanmıştır. Hazır kablo grubu daha kolay ve hızlı bir montaj sağlamaktadır. EMC standartlarına uygun IP54 standardında ve su geçirmez, korumalı soketler (kablo başlığı) kullanılmıştır. Resim 1.36'da LPG dönüşümünde kullanılan kablo grubu gösterilmektedir.



Resim 1.36: LPG kablo grubu ve enjektör soketleri

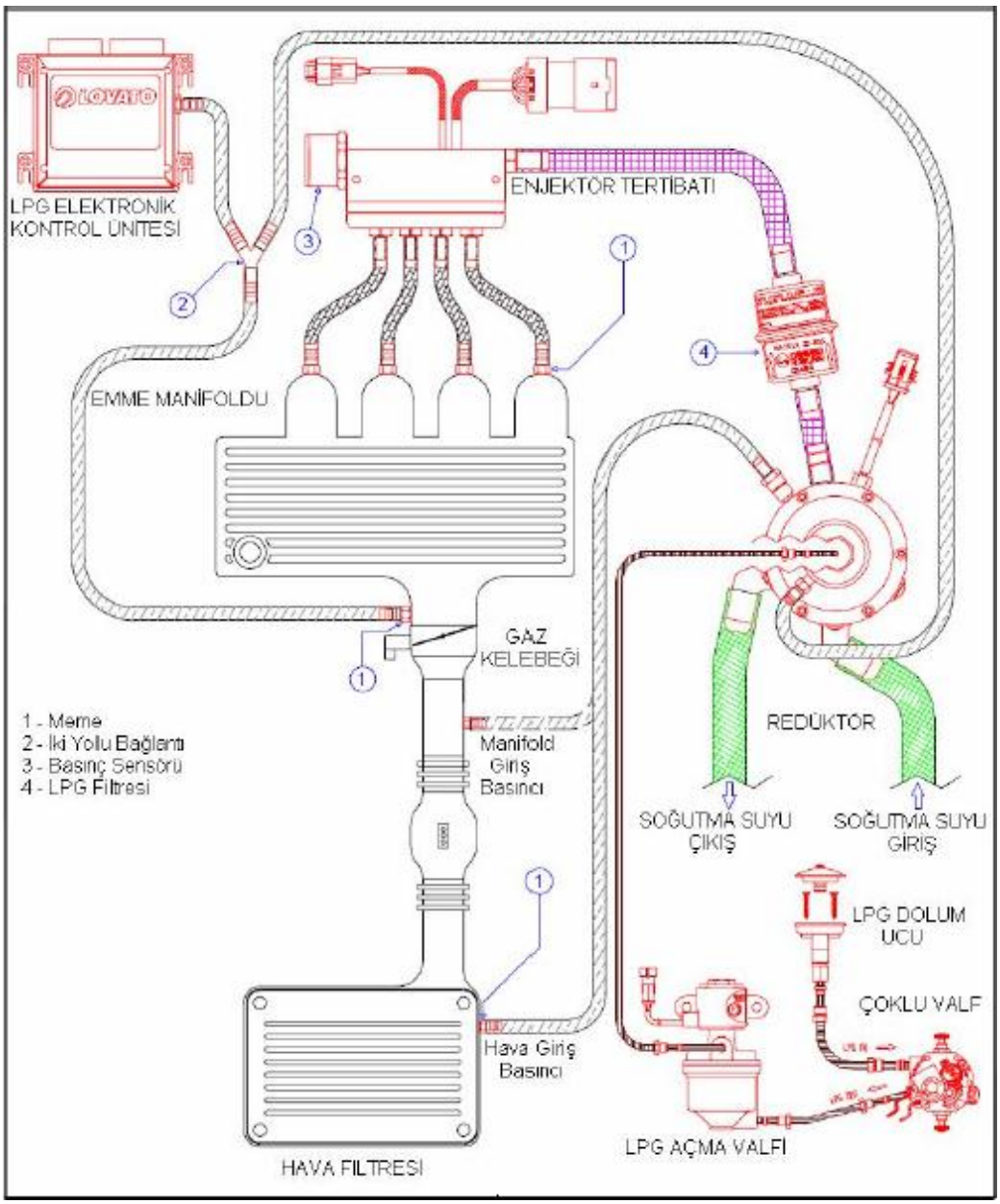
LPG enjektör tesisatı benzin enjektörü tesisatına eklenir. Benzin enjeksiyon komutları LPG ECU'yu bilgilendirmek için işlev görür ve motorun LPG ile çalışmasını da sağlar. Şekil 1.8'de 4 silindirli LPG yakıt sistemi enjektör tesisatı görülmektedir.



Şekil 1.8: LPG yakıt sistemi enjektör tesisatı

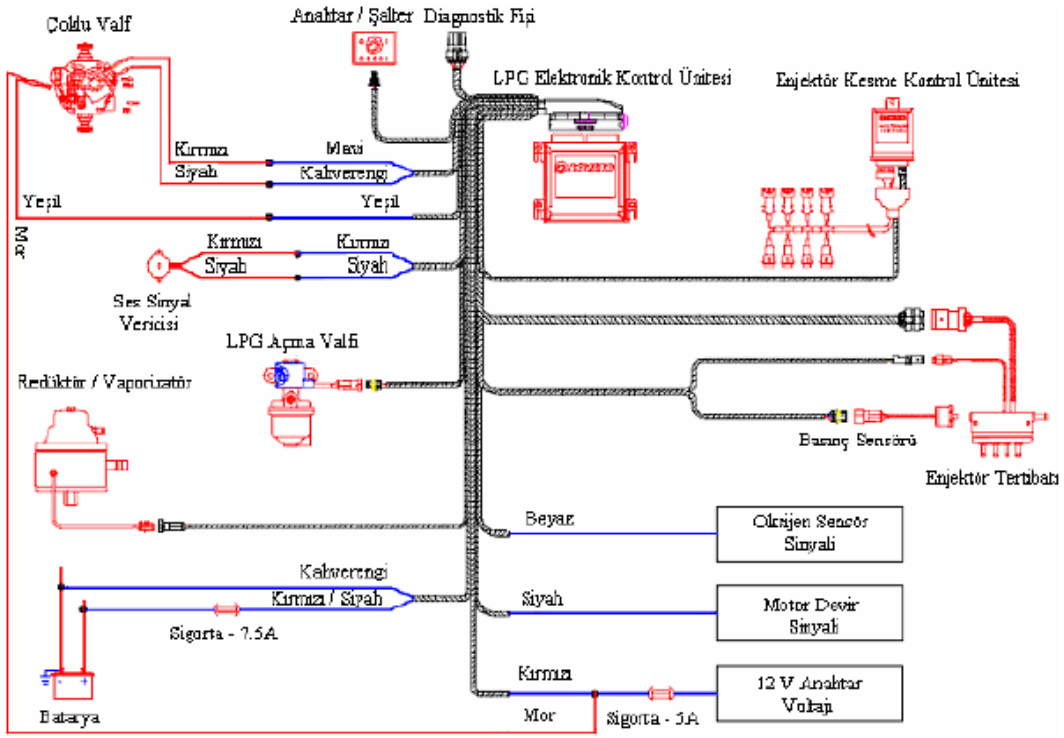
1.6.2. Sistemin Devre Şeması

Aşağıda enjeksiyonlu LPG yakıt sistemi çalışma şeması ve sistem elemanlarının fonksiyonları gösterilmiştir (Resim 1.37).



Resim 1.37: Enjeksiyonlu LPG yakıt sistemi

Şekil 1.9'da motor bölmesindeki LPG yakıt sistemi elemanları ve elektrik bağlantı prensibi görülmektedir.



Şekil 1.9: LPG yakıt sistemi elemanları ve elektrik şeması

1.6.3. Sistemin Çalışması

Enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminin ana işlevi, benzin enjeksiyon kontrol ünitesinin hesapladığı enjeksiyon zamanlamasını LPG enjektörlerine göre uyarlamaktır. LPG elektronik kontrol ünitesi her iki yakıt türü arasında enerji açısından bir denge oluşturur. Benzinli motor ile kıyaslandığında benzer ve temel fonksiyonlar olan yakıt ve motor devri kontrolü, motor devir sınırlayıcı vb. ile yardımcı düzenlemeleri içine alan bir sistemdir.

Benzin enjeksiyon zamanlarının LPG elektronik kontrol ünitesi tarafından LPG enjeksiyon zamanına dönüştürülmesi; temel parametrelerden LPG enjektör rampa basıncı ve LPG gazının sıcaklığı, ortak veri motor soğutma suyu sıcaklığı, motor devri ve batarya ile benzin enjeksiyon zamanlarının anlık okunması sayesinde gerçekleşmektedir.

Benzin enjeksiyon sistemi tarafından belirlenen püskürme süresi; aynı silindirde tam ve mükemmel olarak aynı miktarda yakıt miktarı ölçümü için LPG elektronik kontrol ünitesi tarafından gaz sistemine uyarlanır.

Motor marş anında benzinle çalışmaya programlanmıştır. Motor LPG ile çalışırken stop edilse de benzinle çalışmaya başlayacaktır. LPG elektronik kontrol ünitesi (ECU), LPG ile çalışmaya dönüşü gerçekleştirmek için bazı temel veri değerleri okur ve motorun uygunluğunu denetler. Bu şartlar; soğutma suyu sıcaklığı 40ºC'nin üzerinde ve motor devri 1600-1800 d/d'yı geçerse veya motor soğutma suyu sıcaklığı 60ºC'nin üstünde ise rölantide de LPG ile çalışmaya izin verilir (Motor soğutma suyu sıcaklığı bilgisi olmadığı zaman LPG ECU yaklaşık değer olarak 20ºC baz alır.). Motorun LPG ile çalışması için gerekli şartların yerine gelmesiyle LPG elektrovanaları açılır ve birkaç saniye içinde LPG yakıt sistemi devreye girer. Bu andan itibaren benzin enjektörleri kesilir ve LPG elektronik kontrol ünitesi LPG enjektörlerine kumanda eder. LPG buharlaştırıcıda gaz hâline dönüşür ve emme manifoldu basıncından daha yüksek 0,95 barlık bir basınçla buharlaştırıcı çıkışına gelir.

Gaz basıncının yetersiz olması enjeksiyon süresini artırır. Gaz miktarı yetersiz olduğu zaman sistem benzin ile çalışmaya döndürülür.

LPG elektronik kontrol ünitesi benzin enjeksiyon zamanlarını okur ve her silindire ait LPG enjektörü için eş değer bir zamana dönüştürür. LPG enjektörü emme manifolduna doğru miktarda LPG gazı sağlamış olur.

LPG enjeksiyon zamanı hesaplanırken benzin kontrol sensörlerinden gelen verileri (oksijen sondası, motor devri, su sıcaklığı) ve LPG basınç/sıcaklık bilgisini kullanır. Benzin enjeksiyon ECU'su, LPG elektronik kontrol ünitesine (ECU) kumanda eder. LPG elektronik kontrol ünitesi benzin enjeksiyon süresini, verilerin bir fonksiyonu olarak LPG enjeksiyon süresine dönüştürmek için kullanır. Benzin enjektörleri devresi kesilmiş olmasına rağmen, LPG elektronik kontrol ünitesi tarafından veri gönderildiği için bir arıza olarak algılamaz ve dolaylı olarak LPG enjektörlerine kumanda edilmiş olur.

Araç sürücüsü sistemin çalıştırılması konusunda kullanıma ilişkin temel bilgileri almalıdır. Şekil 1.10'da çok fonksiyonlu elektronik yakıt seçme anahtarı gösterilmiştir.

Şekil 1.10: Elektronik yakıt seçme anahtarı

A- LPG / Benzin seçme butonu
B- Sürekli yeşil ışık LPG modu
C- Sürekli sarı ışık benzin modu
D- 1 kırmızı -4 yeşil ışık LPG miktarı

- **Benzinden gaza geçiş:** A butonuna basıldığında LPG ye geçiş ilk gaza basmada gerçekleşir. (D) LPG yakıt gösterimi etkinleşir; sarı ışık söner (C) ve LPG seçimi, hızlı bir şekilde yanıp söndükten sonra sürekli yeşil ışık (B) ile gösterilir.
- **LPG'den benzine geçiş:** Gaz pedalı serbest bırakılır ve (A) butonuna basılır. Benzin modu sarı ışık (C) ile gösterilir. Yeşil ışık (B) ve sarı ışık (C) aynı anda yanar. Anahtar sesli bir sinyal yayar. Sürücü butona tekrar bastığında ses kesilir ve sadece sarı ışık (C) yanık kalır. LPG bittiğinde sistem otomatik olarak benzin seçimine geçer.

- **Sistemin kendi kendini teşhisi:** LPG seçimini gösteren yeşil ışık (B), olası çalışma bozukluklarını veya sistemde bir arıza durumunu gösterir. LPG seçiminde çalışırken arıza olması durumunda yeşil ışık yavaş yavaş yanıp söner. Motorun çalışmasını engelleyecek bir arıza tespit edildiğinde LPG seçiminden benzin seçimine geçiş yapılır. Bu durum ışıklarla da sürücüyü uyarır. Sarı ikaz ışığı yanar, yeşil ışık yanıp sönerken yakıt seçme anahtarında sesli bir ikaz duyulur. Resim 1.38'de vites kolu yanına monte edilmiş elektronik yakıt seçme anahtarı görülmektedir.

Resim 1.38: Elektronik yakıt seçme anahtarı

1.6.4. Enjeksiyonlu Motorlarda LPG Yakıt Sisteminin Montajının Yapılması

LPG tankı, multivalf, dolum ağzı, buharlaştırıcı ve yüksek basınç borularının montajı karbüratörlü sistemlerden farklılık göstermez. Enjeksiyonlu benzin motorlarında elektrikli tip yakıt pompası bulunmaktadır. Pompanın elektriği kesildiğinde yakıt akışı durmaktadır. LPG elekrovalfi buharlaştırıcı üzerine monte edilmiştir. LPG tankından gelen yüksek basınç borusu LPG elektrovalfine bağlanır. Resim 1.39'da buharlaştırıcı üzerine monte edilmiş LPG elektrovalfi görülmektedir.

Resim 1.39: Buharlaştırıcı üzerine monte edilmiş LPG elektrovalfi

LPG basınç ve sıcaklık sensörü, LPG enjeksiyon rampası üzerine monte edilmiş durumdadır ve LPG yakıt sistemine ait ECU kablosuyla elektrik bağlantısı yapılır. Resim 1.40'da motor üzerinde enjektör rampası ve basınç ve sıcaklık sensörü görülmektedir.

Resim 1.40: Gaz basınç ve sıcak sensörü

Enjeksiyonlu LPG yakıt sistemlerinde, LPG gazı enjektörler ile emme manifolduna püskürtülmektedir. Gaz ayar vanası ve mikser kullanılmamaktadır. Resim 1.41'de motor üzerinde enjektör rampası ve enjektör hortumları görülmektedir.

Resim 1.41: Enjektör rampası ve enjektör hortumları

Buharlaştırıcıdan gelen gaz, enjektör rampası gövdesine girer ve enjektörleri besler. Enjektör rampası emme manifolduna yakın bağlanmalıdır ve egzozdan uzak olmalıdır. Enjektör hortumlarının boyları 20 cm'den fazla olmamalı, aynı boyda olmalı ve aralarındaki fark 5 cm'yi geçmemelidir. Hortumlar büzülmemeli ve kırılmamalıdır.

LPG dönüşüm kitlerinin içinde kablo seti standart olarak hazırlanmıştır. Hazır olan kablo grubu daha kolay ve hızlı bir montaj sağlamaktadır. Kablo tesisatının montajında üretici firma montaj talimatına göre montaj işlemi yapılmalıdır. EMC standartlarına uymak için IP54 standardında ve su geçirmez, korumalı soketler (kablo başlığı) kullanılmıştır.

1.6.5. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar

Dönüşüm işlemi mesleki eğitim almış yetkili kişilerce üretici firma montaj talimatlarına uygun yapılmalıdır. Dönüşüm öncesinde aracın bakımlarının yapılmış ve ayarlarının iyi olması gerekmektedir.

Hava filtresi kontrol edilmeli, gerekiyorsa değiştirilmelidir. Kirli hava filtresi motorun çalışmasında düzensizliğe ve yakıt sarfiyatının artmasına neden olacaktır.

Bujilerin gözle kontrolü yapılmalı, gerekiyorsa değiştirilmelidir. Bujilerin ortalama verimlilik süresi 12000 km'dir. Buji tırnakları temiz olsa dahi verimli çalışamazlar.

Enjeksiyonlu benzin motorlarında aracın benzinle çalışması benzin elektronik kontrol ünitesi tarafından yönetilmektedir. Motorun çalışmasında herhangi bir düzensizlik var ise diyagnostik cihazı bağlanarak arıza tespiti ve bakım/onarım/parça değiştirme işlemleri yapılmalıdır. Motorun benzinle çalışması düzenli ise LPG yakıt sistemi montajı yapılmalıdır.

LPG yakıt sistemi elemanlarının montajında insan sağlığının, çevrenin veya malzemenin zarar görmemesi için güvenlik talimatlarına uygun hareket edilmelidir. Uygun alet ve takım kullanılmalıdır. Sistemli ve düzenli çalışılmalıdır. Montaj, bakım vb. işlemler havalandırması uygun bir alanda yapılmalıdır. Aracın akü bağlantıları sökülmeli ve araç lift üstünde bırakılmamalıdır.

Depodan gelen plastik kaplı yüksek basınç borularının egzoz sistemine uzaklıkları kontrol edilmelidir. Motor bölmesinde bulunan regülatör, sensörler, enjektörler ve yüksek basınç boruları vb. parçaların bağlantı sabitlemesi tekrar kontrol edilir. Genel bir kontrol için aracın üzerinde monte edilmiş LPG yakıt sistemi tekrar gözden geçirilmelidir.

1.6.6. Montajdan Sonra Yapılan Kontrol ve Ayarlar

Multivalf üzerindeki giriş çıkış vanaları açılarak yüksek basınç boruları rekorlarında ve bağlantılarında kaçak kontrolü yapılmalıdır. Bu işlem için LPG tankı 3-5 litre LPG ile doldurulmalı ve dolum işlemi kontak anahtarı kapalı iken yapılmalıdır.

Motor LPG yakıtı ile çalıştırılarak yeniden kaçak kontrolü yapılmalıdır. Montaj sonrasında, tüm muhafazalı kauçuk ve çelik gaz borularının, bunları aşındıracak hiçbir parça ile temas edip etmediği ve gaz kaçağı yaratmayacağı kontrol edilmelidir.

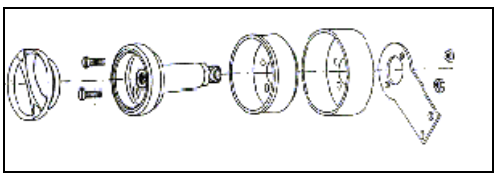
Günümüzde kullanılan yakıt sistemlerinde gaz ayarı lambda sondası kullanılarak buharlaştırıcıdan sonra elektronik gaz valfi ile yapılmaktadır. Egzoz borusunda bulunan lambda sondasından alınan oksijen miktarına göre gaz ayarı elektronik olarak sürekli değiştirilmektedir. Resim 1.42'de elektronik gaz ayar vanası ve elektronik sistemi verilmektedir.

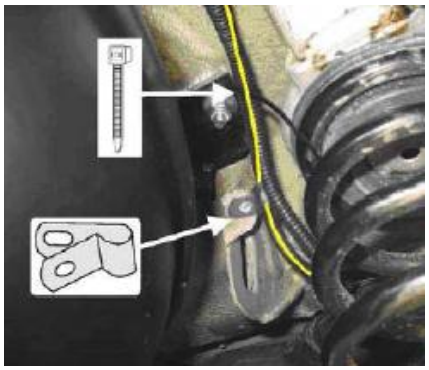
Resim 1.42: Elektronik gaz ayar vanası ve elektronik kontrol ünitesi

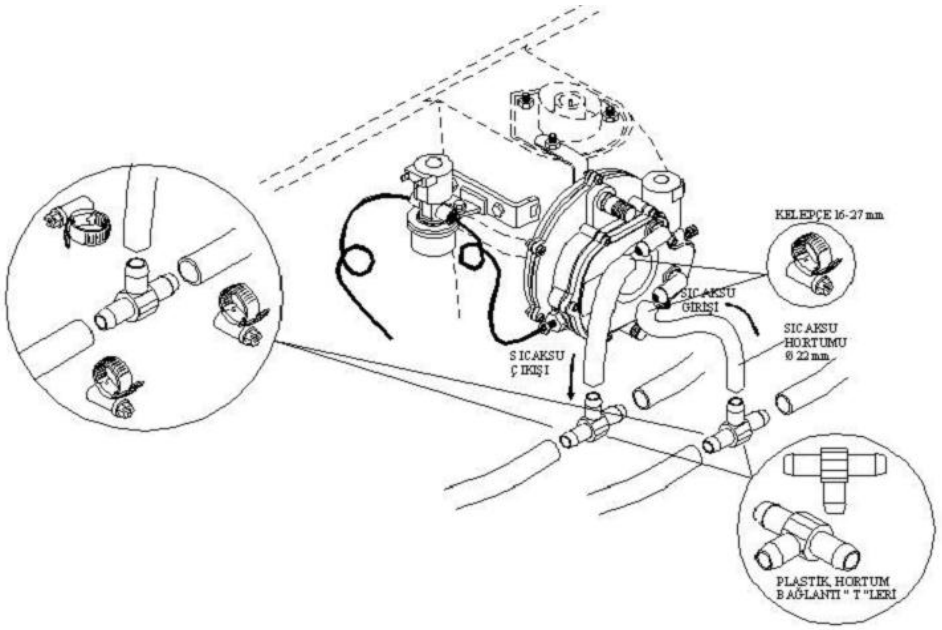
UYGULAMA FAALİYETİ

LPG yakıt sisteminin montajını yapınız.

➢ LPG yakıt sistemi montajı yapılacak aracı müşteri kabul bölümüne alınız.	➢ LPG yakıt sistemi montajı için gelen müşterinin araç ile ilgili isteklerini ve varsa şikâyetlerini dinleyiniz. ➢ LPG yakıt dönüşümünü için aracı uygun yere çekiniz ve gerekli ön hazırlılıkları yapınız. ➢ Aracın çamurluk örtülerini örtünüz. ➢ Emniyet kurallarına göre çalışınız. Dikkatli ve hassas davranınız. ➢ Uygun anahtar kullanınız. Temiz ve düzenli çalışınız. ➢ Güvenlik önlemlerinizi gözden geçiriniz ve yangın tüpünü aracın yanına getiriniz.
➢ Aracın montaj öncesi bakım, onarım ve ayarlarını yapınız.	➢ Hava filtresini kontrol ediniz. Temizleyiniz, gerekiyorsa yenisi ile değiştiriniz. ➢ Bujilerini dikkatli bir şekilde sökünüz. Bujileri temizleyerek ayarını kontrol ediniz ve takınız. ➢ Benzin yakıt sisteminin gözle genel kontrolünü yapınız. ➢ Karbüratörlü motorlarda yakıt sistemi ayarlarını kontrol ediniz.
➢ LPG yakıt sistemi elemanlarının montajı için hazırlık yapınız.	➢ Aracın akü kutup başlarından önce şasisini sonra pozitif kutup başını sökünüz. ➢ LPG yakıt sistemi elemanlarını araç yanında sehpaya yerleştiriniz. ➢ LPG elemanlarının hepsinin ECE-R.67 standartlarında olduğuna emin olunuz. ➢ Montaj işleminde kullanacağınız takım ve el

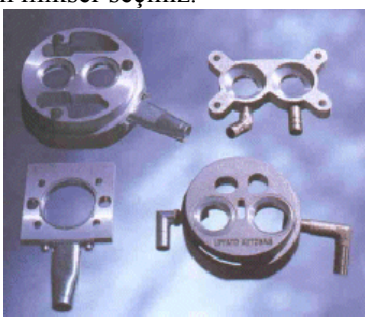
	aletlerini düzenli bir şekilde sehpa üzerinde veya takım arabasında hazır bulundurunuz.
➢ LPG tankı, multivalf ve dolum ağzının montajını yapınız.	➢ LPG tankı ayağının montajını yapınız. ➢ LPG tankını, multivalfin çeşidine göre 0 ve 30° açıda ve arada plastik izolasyon malzemesi ile tank ayağının üzerine monte ediniz. ➢ LPG tankını en az 2 adet lastik kaplamalı çelik bağlama kayışı ile gerdirerek bağlayınız. ➢ Multivalfi, LPG tankının sağ tarafında olacak şekilde monte ediniz. ➢ Dolum ağzını, araç dışından dolum yapılacak ve egzoz ile arasında 25 cm olacak şekilde monte ediniz.  ➢ Multivalfin koruma kutusu ve havalandırma borularının mutlaka montajını yapınız. ➢ Dolum ağzı ile multivalf gaz girişini bakır boru ile birbirine bağlayınız. Sızdırmazlık için bakır boru ağızlarına havşa açınız veya sızdırmazlık yüzükleri kullanınız.
➢ LPG bakır borularının ve multivalf elektrik kablo tesisatının montajını yapınız.	➢ LPG borularını kesinlikle araç kabini ve çamurluk içinden geçirmeyiniz. ➢ PG bakır borularını egzoz borusu, susturucu

	ve manifoldlarına en az 15 cm mesafede monte ediniz. ➢ LPG bakır boruları araç altında en az 50 cm aralıklarda kroşelerle tutturunuz.  ➢ Bakır boru ile birlikte şamandıra ve multivalf elektrik kablosunun montajını yapınız. ➢ LPG tankı gaz çıkışı yüksek basınç bakır borusunun rekorlarının montajını yapınız. Sızdırmazlık için bakır boru ağızlarına havşa açınız veya sızdırmazlık yüzükleri kullanınız.
➢ Buharlaştırıcının (regülatör) montajını yapınız.	➢ Tekerleklere paralel olacak şekilde, motor kısmında, şasiye bağlama sac ve cıvataları ile buharlaştırıcının (regülatör) montajını yapınız. ➢ Buharlaştırıcının sıcak su bağlantısını lastik hortum ve metal kelepçelerle giriş ve çıkışına dikkat ederek monte ediniz.



Buharlaştırıcı sıcak su giriş ve çıkışının şematik montaj resmi

➢ LPG elektro valfinin montajını yapınız.	➢ Motor kısmında bağlama cıvataları ile LPG elektrovalfinin şasiye montajını yapınız. ➢ LPG tankından gelen bakır boruyu ucuna havşa açarak ve sızdırmazlık yüzüğü ile LPG elektrovalfi girişine bağlayınız. ➢ LPG elektrovalfinin çıkışını buharlaştırıcı girişine bakır borunun iki ucuna da havşa açarak ve sızdırmazlık yüzüğü ile bağlayınız. ➢ LPG elektrovalfi bazı tiplerde buharlaştırıcı üzerine monte edilmektedir. Bu duruma dikkat ediniz.
➢ Benzin elektrovalfinin montajını yapınız.	➢ Motor kısmında bağlama cıvataları ile benzin elektro valfinin şasiye montajını yapınız. ➢ Benzin valfinin girişini benzin otomatiği çıkışına benzin hortumu ve kelepçelerle bağlayınız. ➢ Benzin valfinin çıkışını karbüratör girişine benzin hortumu ve kelepçelerle bağlayınız. ➢ Valfin üzerindeki mekanik seçici anahtar giriş yönü pozisyonuna alınız. Çıkış yönü pozisyonu LPG ile çalışmayı keser ve araç sadece benzin ile çalışır. ➢ Elektrikli benzin otomatiği kullanılan araçlarda benzin elektrovalfi kullanmayınız.

	Benzin akışını elektrikli benzin otomatiğinin elektrik bağlantısı ile kesiniz.
➢ Mikserin montajını yapınız (karbüratörlü ve tek nokta enjeksiyonlu araçlarda).	➢ Motorun karbüratör alt veya üst boğazına uygun mikser seçiniz.  ➢ Mikserin bağlantı durumunu dikkate alarak karbüratöre montajını yapınız. ➢ Mikser ile buharlaştırıcıyı gaz ayar vanası arada kalacak şekilde kauçuk plastik borular ile bağlayınız ve kelepçelerini sıkınız.
➢ Elektronik yakıt seçme anahtarı ve LPG yakıtı gösterge panelinin montajını yapınız.	➢ Yakıt seçme anahtarı ve LPG yakıt gösterge panelini sürücünün kolay bir şekilde kumanda edebileceği şekilde araç içine monte ediniz. ➢ Elektrik kablo tesisatını montaj talimatına ve kablo renk kodlarına göre bağlayınız. ➢ Kablo bağlantılarını kablo başlıkları ve koruyucu izolasyonlarının montajında gevşeklik, gergin kablo bağlantısı, kısa devre, şasi kaçağı olmamasına dikkat ediniz.
➢ Enjeksiyonlu LPG yakıt sistemlerinde enjektör rampasının ve LPG enjektörlerinin montajını yapınız.	➢ Enjektör rampasını emme manifolduna yakın bir noktaya monte ediniz. ➢ LPG enjektörleri ile LPG basınç ve sıcaklık sensörü enjektör rampası üzerindedir. ➢ Basınç ve sıcaklık sensörünün ve enjektörlerin kablo soketlerini takınız. ➢ Püskürtme memeleri benzin enjektörlerinden

	3-5 cm mesafede emme manifoldu üzerine monte ediniz. ➢ LPG enjektörleri ile püskürtme memelerini uygun çap ve boydaki enjektör boruları ile birbirine bağlayınız.
➢ LPG ECU (elektronik kontrol ünitesi) ve elektrik kablolarının montajını yapınız.	➢ Elektronik kontrol ünitesini ECU motor kısmında aşırı sıcak, su, toz ve pisliklerden etkilenmeyecek şekilde monte ediniz. ➢ LPG yakıt sistemi elemanlarına elektrik bağlantıları yapılmasında kullanılan kablo setinin ECU giriş soketini takınız ve oturduğuna dikkat ediniz.
➢ Yapılan tüm montaj işlemlerinin tekrar gözden geçiriniz ve motoru çalıştırınız.	➢ Montaj işlemlerini tamamlayarak yaptığınız tüm işlemleri bir kez daha dikkatli bir şekilde gözden geçiriniz. ➢ Araç üzerinde takım vb.leri unutup unutmadığınızı kontrol ediniz. ➢ LPG tankı giriş ve çıkış valflerini açınız. ➢ LPG tankına 3-5 litre LPG gazı doldurunuz. ➢ Sızdırmazlık dedektörü ile sızdırmazlık kontrolü yapınız. ➢ Araç aküsünün önce pozitif sonra şasi kutup başlığını takınız. ➢ Motoru ilk olarak benzin ile çalıştırınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Aracın montaj öncesi bakım, onarım ve ayarlarını yaptınız mı?		
2. LPG tankı, multivalf ve dolum ağzının montajını yaptınız mı?		
3. Buharlaştırıcının, LPG ve benzin elektrovalfinin montajını yaptınız mı?		
4. Mikserin (karbüratörlü araçlarda) montajını yaptınız mı?		
5. Elektronik yakıt seçme anahtarı ve LPG yakıtı gösterge panelinin montajını yaptınız mı?		
6. Enjektör rampasının ve LPG enjektörlerinin montajını yaptınız mı?		
7. LPG ECU'nun ve elektrik kablolarının montajını yaptınız mı?		
8. Yapılan tüm montaj işlemlerini tekrar gözden geçirdiniz mi?		
9. Motoru önce benzin ile çalıştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) LPG büyük oranda propandan (C5H10) oluşmaktadır.

2. ( ) Türkiye'de %30 propan ve %70 bütandan oluşan Mix LPG kullanılmakta, bazı firmalar oto gaz için kış mevsiminde bu oranı %50 propan ve %50 bütan olarak değiştirmektedirler.

3. ( ) LPG yoğunlaşırken ısı alır ve buharlaşırken ısı verir. Yoğunlaşırken deriye değmesi hâlinde, deriden ısı alarak soğuk yanığı meydana getirir.

4. ( ) Benzin ile çalışan motorda CO emisyonu yayılması daha yüksektir.

5. ( ) LPG uygun dönüşüm sistemleri ile Otto ve Diesel çevrimlerinin her ikisinde de kullanılabilir.

6. ( ) Emme zamanında silindirlere havanın içerisinde yüksek basınçlı LPG alınmaktadır.

7. ( ) Multivalf depo içerisinde gazın basıncını ve seviyesini ayarlamaktadır.

8. ( ) Depolarda bulunan dolum ağzı tek yönlü valf gibi çalışmaktadır.

9. ( ) Regülatör karbüratöre giden gazın miktarını her devirde sabit ayarlamaktadır.

10. ( ) Karbüratörlü motorlarda gaz ayar vanasına ihtiyaç yoktur.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

11) Aşağıdakilerden hangisi otomotiv ve endüstriyel amaçlı kullanılan yakıtlardan değildir?

A) Kömür, petrol, doğal gaz
B) Metan, etanol
C) Biyogaz
D) Asetilen gazı

12) Aşağıdakilerden hangisi Türkiye'de kullanılmakta olan mix LPG içerisindeki gazları ve oranlarını belirtmektedir?

A) %30 propan ve %70 Bütan
B) %35 propan ve %65 Bütan
C) %70 propan ve %30 Bütan
D) Kış mevsiminde %50 propan ve %50 Bütan

13) Aşağıdakilerden hangisi Türkiye'de kullanılan LPG'nin fiziksel özelliklerinden birisi değildir?

A) Özgül ağırlık(gaz hâlinde) 1,860 kg/dm³
B) Isıl değeri 10900 Kcal/Kg
C) 1 kg LPG'nin yanması için gerekli hava miktarı 15,7 kg/kg
D) Hava / yakıt oranı 17,2/1

14) Aşağıdakilerden hangisi sıvı LPG'nin karakteristik özelliklerinden birisidir?

A) Hidrokarbonlardan oluşması
B) İçinde yüksek oranda sülfür olması
C) Yüksek ısıtma değeri
D) Buharlaşma Isısı

15) Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıt sistemi ile çalışan motorun çalışma prensibini ifade eder?

A) Otto çevrimine göre emme zamanında hava ile yakıtın silindire alınması
B) Otto çevrimine göre LPG gazının silindire yüksek bir basınçta püskürtülmesi
C) Diesel çevrimine göre sıkıştırma ile yanmanın başlaması
D) Diesel çevrimine göre kızdırma bujileri ile karışımın ısıtılması

16) Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıt sisteminin avantajlarından değildir?

A) LPG gazının benzine göre ucuz olması
B) Temiz ve çevreci bir yakıt olması
C) LPG gazın zehirli olmaması
D) Yeni iş alanının doğması

17) Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıt sisteminin avantajlarındandır?

A) Türkiye'nin teknolojide gelişmesini engellemesi
B) LPG gaz zehirli değildir. Ancak fazla miktarda ise boğuculuk tehlikesi ortaya çıkar.
C) Kurşun içermemesi
D) Yeni iş alanının doğması

18) Aşağıdakilerden hangisi LPG'li araç kullanıcısının uyması gereken kurallardan değildir?

A) LPG'li araçlar kapalı alan ve ateşe yakın bir yere kesinlikle park edilmemelidir.
B) Aracın LPG'li olduğunu belirten uyarıcı etiketler mutlaka aracın ön ve arka camına yapıştırılmalıdır.
C) Araç zaman zaman bir süre benzin ile çalıştırılarak benzin yakıt sisteminin kuru kalması engellenmelidir.
D) LPG' ye dönüştürülen araçların trafik tescil kayıtlarının değiştirilmesi isteğe bağlıdır.

19) Aşağıdakilerden hangisi karbüratörlü LPG yakıt sistemi elemanlarından birisi değildir?

A) Mikser
B) LPG yakıt rampası
C) Benzin elektrovalfi
D) Multivalf

20) LPG tankının dolum kapasitesi ne kadardır?

A) Depo kapasitesinin %80'i B) Depo kapasitesinin %70'i
C) Hacmi kadar D) Ağırlığı kadar

21) Aşağıdakilerden hangisi buharlaştırıcının özelliklerinden birisi değildir?

A) Test basıncı 87,5 bardır.
B) Buharlaştırıcı sıvı LPG yi elektrikli ısıtıcılar ile buharlaştırır.
C) ECE-R 67. 01 standartlarına göre LPG kullanımına uygun materyalden yapılmıştır.
D) Composit bakır malzemeden yapılmıştır.

22) Aşağıdakilerden hangisi karbüratörlü LPG yakıt sistemi montajından önce yapılacak kontrol işlemlerinden değildir?

A) Hava filtresi kontrol edilmeli, gerekiyorsa değiştirilmelidir.
B) Debriyaj ve tekerlek balans ayarı yapılmalıdır.
C) Buji tırnak aralığı kontrol edilmeli, değişim zamanı gelmiş bujiler değiştirilmelidir.
D) Karbüratörün temizliği ve ayarı yapılmalıdır.

23) Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıt sistemi bulunan araç üzerinde çalışırken dikkat edilmesi gereken kurallardandır?

A) Onarılamayacak durumdaki arızalı parçalar değiştirilir.
B) Gaz kaçağı kibrit, çakmak vb. ile de kontrol edilebilir.
C) LPG'nin deriyle teması, soğuktan kaynaklanan yanmalara sebep olabilir. Koruma eldivenleri ve gözlük kullanınız.
D) Motor bölmesindeki yağ ve pislikler basınçlı sıcak su ve deterjanla temizlenmelidir.

24) Aşağıdakilerden hangisi enjeksiyonlu LPG yakıt sistemi elemanlarından birisi değildir?

A) Benzin elektrovalfi B) LPG yakıt rampası
C) LPG enjektörleri D) ECU (Elektronik Kontrol Ünitesi)

25) Aşağıdakilerden hangisi enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminde kullanılan sensörlerden birisidir?

A) ABS hız sensörü B) Açık hava basınç sensörü
C) Emme manifoldu basınç sensörü D) LPG sıcaklık ve basınç sensörü

26) LPG yakıt rampasındaki gazın basıncı ne kadardır?

A) 0.95–1.85 bar B) 0.65–0.85 bar C) Maksimum 17 bar D) 3 – 6 bar

27) Aşağıdakilerden hangisi boyutlarına göre LPG enjektör tipi değildir?

A) LM:Orta (siyah) B) LS:Küçük (yeşil)
C) LB:Büyük (beyaz) D) LX:Genel (kırmızı)

28) Aşağıdakilerden hangisi LPG enjektörlerinin çalışma özelliğidir?

A) 16 - 24 volt gerilimle çalışır.
B) −10°C ile +90°C arasında çalışabilir.
C) Çalışma basınçları 0,8 - 3 bardır.
D) Benzin ECU tarafından çalıştırılır.

29) Aşağıdakilerden hangisi ECU (elektronik kontrol ünitesi)'nun fonksiyonlarından değildir?

A) LPG yakıt sistemi diyagnostiği için verileri benzin ECU'ya aktarır.
B) Benzin enjektörlerinin püskürme zamanı verisini kullanır.
C) LPG yakıt rampasındaki gaz basıncı ve sıcaklığı verisini kullanır.
D) LPG yakıt sisteminin elektro vanalarını aktifleştirir.

30) Enjeksiyonlu LPG yakıt sistemi montajında karbüratörlü sistemden farkı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Buharlaştırıcının (regülatör) montajı
B) Multivalfin montajı
C) Yüksek basınç borularının montajı
D) Benzin elektrovalfinin montajı

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

LPG yakıt sisteminin bakım ve onarımlarını, kontrol ve ayar işlemlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- LPG yakıt sistemi yapmaya yetkili işletmelere giderek montaj, bakım, onarım ve güvenlik konularında araştırma yapınız. Araştırma sonucu elde ettiğiniz bilgi, uygulama ve güvenlik kuralları konusunda rapor hazırlayınız. Raporunuzu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşarak tartışınız.

2. MOTORLARDA LPG YAKIT SİSTEMLERİNİN BAKIMI VE AYARI

Karbüratörlü araçta LPG yakıt sisteminde ateşleme avans ayarı, LPG rölanti ve yüksek hız karışım ayarı ve gaz kaçağı gibi ayar ve kontrol yapılmaktadır. Benzin ile LPG'nin yanma hızı farklı olduğu için ateşleme avans ayarının yakıt değiştiği zaman değişmesi gerekmektedir. Uygulamada ateşleme avans ayarı LPG yakıt sistemine göre yapılmaktadır.

Enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminde karışım ayarının yapılmasına gerek yoktur. Motor çalışma esnasında LPG elektronik kontrol ünitesinden aldığı veriler ve bünyesinde bulunan sensörler vasıtası ile karışım oranını ayarlamaktadır. Enjeksiyonlu yakıt sistemi diyagnostik test cihazı ile kontrol edilerek sistemde meydana gelen arızalar tespit edilebilir. Motorun benzin enjeksiyonunda bir arıza meydana gelirse LPG yakıt sistemi de bundan etkilenmektedir. Karbüratörlü ve enjeksiyonlu LPG yakıt sistemlerinde gaz kaçağı kontrolü yapılmalıdır.

Benzin yakıt sisteminin hortum ve bağlantıları sızdırmazlık yönünden kontrol edilmelidir. Çatlak, kırık, yıpranmış ve eskimiş hortum ve bağlantılar mutlaka değiştirilmelidir.

LPG yakıt sisteminin periyodik bakım işlemleri genel olarak şunlardır:

- 10.000 km'de yapılacak bakımlar:
  - Elektrik tesisatı kontrol edilmeli, bağlantılarda oksitlenme olup olmadığına bakılmalı

- Buharlaştırıcıda biriken kostik drain (tortu ve birikimler) tapası açılarak boşaltılmalı
- LPG elektrovalfindeki filtre değiştirilmeli
- Motor yağı ve yağ filtresi değiştirilmeli
- Hava filtresi temizlenmeli gerekiyorsa değiştirilmeli
- Bujiler değiştirilmeli

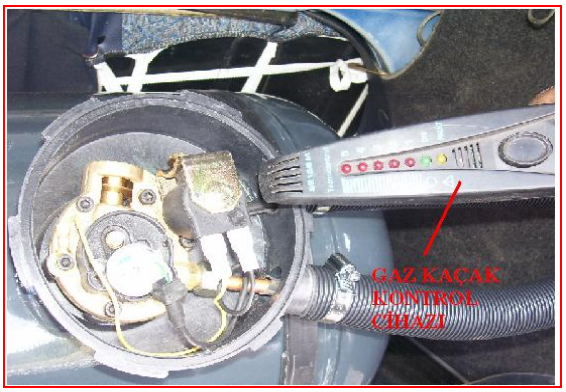
➢ 20.000 km'de yapılacak bakımlar :
- 10.000 km'de yapılacak bakımlara ilave olarak aşağıdaki bakımlar yapılmalı
- Buji ve buji kabloları değiştirilmeli
- Ateşleme avansı kontrol edilmeli
- LPG sistemindeki kauçuk parça ve contaların genel kontrolü yapılmalı ve gerekirse değiştirilmeli

➢ 40.000 km'de yapılacak bakımlar :
Her 10.000 km'de yapılan bakımlara ilave olarak;
- LPG sistemindeki kauçuk parça ve contalar değiştirilmeli
- Supap ayarları yeniden yapılmalı

Buharlaştırıcının bakım ve onarımı ve tamir takımı değiştirilme süreci üretici firma tavsiyesine göre yapılmalıdır.

2.1. LPG Yakıt Sisteminin Gaz Kaçak Kontrolü

LPG yakıt sisteminde kaçak ve sızdırmazlık kontrolleri çok önemlidir ve olası bir gaz kaçağında motor kesinlikle çalıştırılmamalıdır. LPG yakıt sistemi dönüşümü yapılmış bir araç düz bir zemine alınarak LPG tankı doldurulur. LPG yakıt sistemi ile araç çalıştırılır. LPG yakıt sisteminde el tipi gaz detektörü ile sızdırmazlık kontrolü sırasında; bagaj içerisinde bulunan LPG tankı giriş-çıkış rekorları ve boruları kontrol edilmelidir. Resim 2.1'de bagaj içerisinde bulunan deponun gaz kaçak kontrolünün yapılışı görülmektedir.



Resim 2.1: Multivalf gaz kaçaklık kontrolü

Herhangi bir gaz kaçağı varsa dedektör sinyal verecek ve kırmızı uyarı ışıkları yanacaktır. Bu şekilde hangi bağlantıda kaçak olduğu saptanmaktadır. Rekor yeniden anahtar ile sıkılır ve gaz kaçağı kontrol edilir. Gaz kaçırmaya devam ederse rekor değiştirilmelidir. Eğer herhangi bir gaz kaçağı yok ise dedektörün yeşil ışığı yanacaktır. LPG yakıt sisteminde diğer gaz kaçağı kontrolü yapılacak bağlantılar şunlardır:

- LPG elektro valflerinin giriş ve çıkış rekorları kontrol edilir.
- Regülatörün gaz girişi, regülatör gövdesi ve alçak basınç borusu gaz kaçak kontrolü yapılmalıdır. Resim 2.2'de regülatörün rekor bağlantılarının gaz dedektörü ile kontrol edilişi gösterilmektedir.

Resim 2.2: Regülatör gaz kaçağı kontrolü

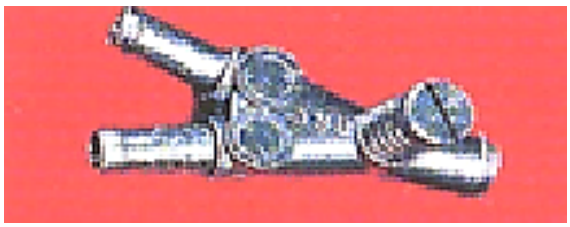
- LPG yakıt sisteminde bütün bağlantı elemanları kontrol edilir. Gaz dedektörü kaçak gaz uyarısı yapıyor ise arızalı bağlantının tamir edilmesi gerekir.

2.2. LPG Yakıt Sisteminin Ayarları

LPG yakıt sisteminde karbüratörlü motorlar için yapılması gerekli ayarlar vardır. Karbüratörlü motorlarda LPG yakıt sisteminin ayarları rölanti karışım ayarı ve yüksek hız yakıt miktarı ayarlarıdır. Enjeksiyonlu LPG yakıt sistemlerinde ayar işlemi yapılmaz.

LPG dönüşümü yapılmış bir motorda bütün gaz bağlantıları kontrol edildikten sonra dönüşüm sisteminin gaz ayarları yapılır. LPG yakıt sisteminde silindirlere alınacak yakıt miktarı sistemin özelliğine göre daha önce belirtildiği şekilde ayarlanarak motorun çalışması sağlanır. Resim 2.3'te elektronik gaz ayar vanası ve Resim 2.4'te çift boğazlı karbüratörler için kullanılan gaz ayar vanası görülmektedir.

Resim 2.3: Elektronik gaz ayar vanası



Resim 2.4: Gaz ayar vanası

Motor LPG yakıt sistemi ile çalıştırılarak ayar işlemine başlanır. Motorun çalışma sıcaklığında olması gerekir. Egzoz gaz analiz cihazının hortumundaki boru egzoza takılarak okunan değerlere göre ayar işlemi gerçekleştirilir (Resim 2.5).

Resim 2.5: Egzoz gaz analiz cihazı ve egzoza takılan boru

Ölçüm sonucu CO ve lambda değerleri kontrol edilir. Motor rölantide çalışırken CO oranı benzinli karbüratörlü motorlarda % 2-3 olmalıdır. LPG kullanılan araçlarda bu oran %1,5 civarındadır. Buharlaştırıcı üzerindeki rölanti karışım ayar vidası ile ayarlanır. Resim

2.6’da egzoz gaz analiz cihazı ekranında okunan değerler ve buharlaştırıcı üzerinde rölanti ayar vidası görülmektedir.

Resim 2.6: Egzoz gaz analiz cihazı ekranı rölanti ayar vidası

Yüksek devirde gaz ayarı, alçak basınç borusu üzerindeki gaz ayar vanası ile ayarlanır. Motor 3000-3500 dev/dk. sabit bir devirde çalıştırılır. Gaz analiz cihazının gösterdiği AFR ve CO oranı üretici firmanın önerdiği değere ayarlanmalıdır. Elektronik gaz ayar vanası kullanılan tek nokta enjeksiyonlu araçlarda yüksek hız ayarı yapılmaz.

Gaz ayar işleminden sonra motorun rölantiden yüksek hıza geçişi kontrol edilir. Bu işlem sırasında motorun kendini hemen toparlayarak yüksek hıza geçebilmesi gerekir.

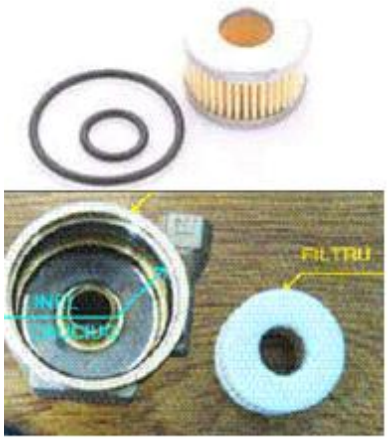
2.3. Motorlarda LPG Yakıt Sisteminin Bakım ve Onarımları

- Elektrik tesisatı bağlantılarında gevşeklik, oksitlenme olup olmadığına bakılmalıdır.
- Buharlaştırıcıda biriken kostik boşaltma tapası açılarak boşaltılmalıdır.
- LPG elektrovalfi içerisinde bulunan kâğıt elemanlı gaz filtresi değiştirilmelidir.
- LPG tankı kayışları kontrol edilmeli, gerdirilerek tank sabit duruma getirilmelidir.
- LPG konumunda iken benzin valfinin karbüratöre benzin geçirmemesi gerekir, geçiriyorsa arıza giderilmelidir (Bu arıza tekleme yapar.).
- Motorun hava filtresi temizlenmeli veya yenisi ile değiştirilmelidir.
- Bujiler sökülerek kontrol edilmeli, 12.000 km’ yi geçmiş bujiler değiştirilmelidir.
- Motorun soğutma suyu seviyesi kontrol edilmelidir.
- LPG yakıt sistemi elemanlarının şasi bağlantı noktalarının kontrolü yapılmalıdır.
- LPG tankı, multivalf, dolum ağzı, borular ve bağlantılar kontrol edilmelidir.
- Buharlaştırıcı soğutma suyu bağlantılarında sızdırmazlık kontrolü yapılmalıdır.
- LPG’li araçlarda, uzun süre benzin kullanılmaması nedeni ile benzin hortumları, karbüratör contaları, şamandıra topu ve benzin otomatiği kuru çalışmadan dolayı deforme olabilir. Benzin yakıt sistemi elemanları kontrol edilmelidir.

Bütün bakımları yapılan motorun LPG yakıt sistemi ayar ve kontrolü yapılır. Gaz ayarı yapılırken egzoz gazının CO, CO2, HC ve AFR (hava yakıt oranı) kontrol edilir.

2.4. LPG Selenoid Valfi Filtresinin Bakım ve Onarımı

LPG elektrovalfi üzerinde filtreleme sistemi vardır. LPG yakıt tankından gelen gaz regülatöre gitmeden filtre edilerek toz pislikler süzülür. LPG elektrovalfinin filtresi 30.000 km'de değiştirilmelidir. Resim 2.7'de LPG elektrovalf filtresi görülmektedir.



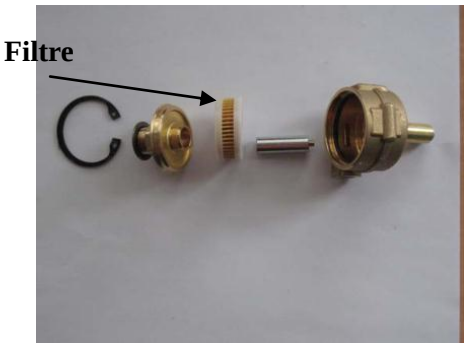
Resim 2.7: LPG elektrovalf ve filtresi

2.5. Buharlaştırıcının (Regülatör) Kontrolü

Buharlaştırıcı çalışma şartlarını incelersek LPG elektrovalfinden gelen yüksek gaz basıncı (18 bar) diyaframa etki etmektedir. Alçak basınç borularında gazın basıncı ise 0,65 – 0,85 bardır. Buharlaştırıcı motor soğutma etkisi altında çalışmaktadır. Buharlaştırıcının diyafram, conta ve yayları, zamanla deforme olur. Buharlaştırıcının ortalama 50.000 km'de bakımı yapılmalıdır. Bakım süresi üretici firma tarafından belirtilmektedir. Bakım ve onarım işlemlerinde diyafram ve contalar değiştirilmelidir.

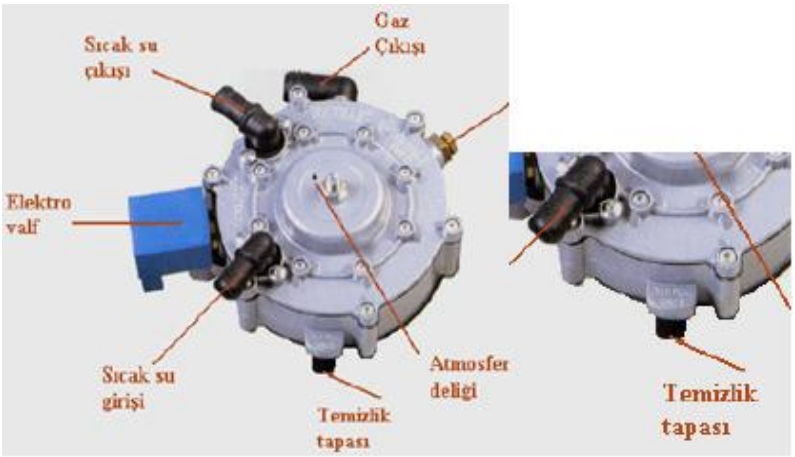
Basınç düşürücünün birinci ve ikinci kademe basıncı kontrol edilmelidir. LPG elektrovalfi çıkış basıncı aynı zamanda buharlaştırıcı giriş basıncıdır. Bu araya bağlanan manometre de maksimum basınç 18 barı geçmemelidir. Buharlaştırıcı çıkış basıncı 0,65 – 0,85 bar olmalıdır. Enjeksiyonlu LPG sistemlerinde diyagnostik cihazı ile kontrolde LPG enjektör rampası çalışma basıncı değeri 0.95 bar olmalı ve maksimum 3 barı geçmemelidir.

Buharlaştırıcı motor suyu girişine su filtresi konulmuştur. Periyodik bakımda su filtresi değiştirilir. Resim 2.8'de buharlaştırıcı girişi su filtresi görülmektedir.



Resim 2.8: Su filtresi

Buharlaştırıcının altındaki temizlik (drain) tapası sökülerek içerisinde bulunan pislikler periyodik olarak temizlenir. Ayrıca regülatör üzerindeki atmosfer basıncı deliğinin açık olmasına dikkat edilmelidir. Resim 2.9' da regülatörün temizlik tapası gösterilmektedir.



Resim 2.9: Regülatörün kısımları ve temizlik tapası

2.5.1. Gaz Diyaframını Kontrol Etmek ve Değiştirmek

Buharlaştırıcının yüksek basınç girişinden giren LPG diyaframa sürekli bir basınç uygulamaktadır. Zamanla diyaframın özelliğini neden olur ve çalışma verimi bozulur. Buharlaştırıcının ortalama 50.000 km bakımında gaz diyaframı değiştirilmelidir.

2.5.2. Su Diyaframını Kontrol Etmek ve Değiştirmek

Sıcak motor suyu ile soğuk LPG gazının etkisi altında bulunan diyafram zamanla özelliğini kaybeder. LPG diyaframı ile birlikte değiştirilmelidir. Resim 2.10'da regülatör tamir takımı görülmektedir.

Resim 2.10: Regülatör tamir takımı

2.6. LPG Enjeksiyon Sisteminin Bakımı ve Onarımı

LPG enjektörlerinin, enjektör rampasındaki LPG gazın basıncını ve sıcaklığını ölçen sensörlerin elektrik tesisatı kontrol edilmeli, bağlantılarda gevşeklik ve oksitlenme olup olmadığına bakılmalıdır. Kablolarda kopukluk, kırılma varsa değiştirilmelidir.

Enjektör hortumlarının büzülüp büzülmediğine bakılmalıdır. Enjektör hortumlarının enjektör rampasındaki ve enjektör püskürme memesindeki bağlantıları kontrol edilmelidir.

LPG enjektörleri 6 - 16 volt gerilimle çalışırlar. LPG enjektörlerinin empedansı 0,75 - 1,25 Ohm arasında olmalıdır. Direnç değeri farklıysa enjektör değiştirilmelidir.

Enjeksiyonlu yakıt sistemi diyagnostik test cihazı ile kontrol edilerek sistemde meydana gelen arızalar tespit edilebilir. Motorun benzin enjeksiyonunda bir arıza meydana gelirse LPG yakıt sistemi de bundan etkilenmektedir.

2.7. LPG Enjeksiyon Sisteminin Test Cihazı ile Kontrolleri

2.7.1. Test Cihazının Motora Bağlanması

LPG yakıt sisteminde üretici firmaya göre diyagnostik test cihazı değişik olabilir. Ancak her LPG yakıt sistemlerini kontrol etme imkânı olan üniversal test cihazları bulunmaktadır. Üniversal test cihazları, LPG ECU'nin bilgi giriş ucuna takılabilen farklı soket bağlantılarına sahiptir. Resim 2.11'de enjeksiyonlu bir motorun diyagnostik cihazı ile kontrol edilmesi gösterilmektedir.

Resim 2.11: Enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminin test cihazı ile kontrol edilmesi

Test cihazı LPG ECU'ne takılmak sureti ile sistemin genel çalışması kontrol edilir. Test cihazı ile sistemde bulunan sensörler ve enjektörlerin çalışması kontrol edilir. Sistemde meydana gelen arızalar burada görülebilir. Arızalı parçalar değiştirilmelidir.

2.7.2. Test cihazı ile Kontrollerin Yapılması

Test cihazı ile LPG yakıt sisteminde kontrol edilebilen veriler şunlardır:

- Motorun devri
- LPG gazının enjektör rampasındaki sıcaklığı
- LPG gazının enjektör rampasındaki basıncı
- LPG enjektörlerinin açılma süresi
- Benzin enjektörlerinin açılma süresi

Sistem, çalışma esnasında ihtiyaç duyacağı LPG yakıt miktarını yol ve yük şartlarına göre otomatik ayarlamaktadır. Sistemde herhangi bir ayar yapılmasa da sistem kendini ilk çalıştırma işleminde otomatik olarak fabrika ayarlarına göre çalıştırır. LPG yakıt sisteminde genellikle benzin ve LPG geçiş ayarı yapılmaktadır.

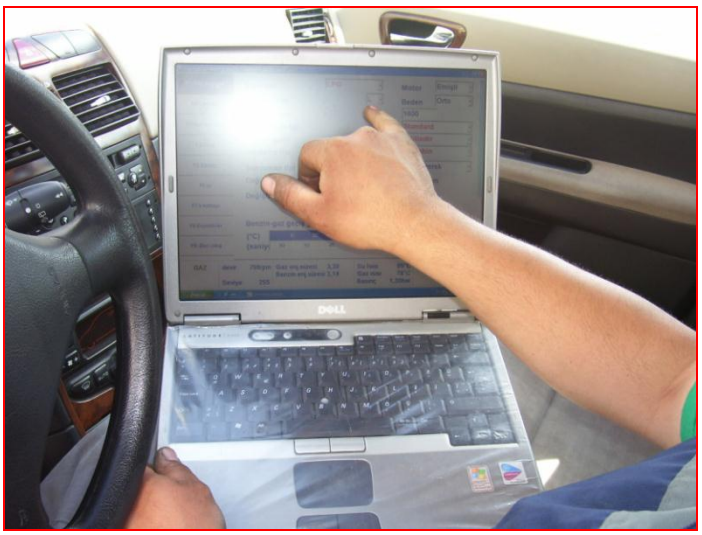
Test cihazı LPG ECU'ya bağlanır ve motor benzin ile çalıştırılır. Benzin ile çalışma esnasında sistemde arıza bildirimi varsa sebebi araştırılarak arıza giderilmelidir. Motorun benzin ile çalışması sırasında egzoz emisyon kontrolü yapılır. Normal enjeksiyonlu bir sistemde egzoz emisyon değerleri benzinli bir motor için;

- CO oranı %0,5- 0.8,
- HC 100 ppm,
- CO_2 oranı %2,5-3,2
- lambda 0.92-1.03

değerlerinde olmalıdır. Resim 2.12'de emisyon test cihazı ekranı ve kontrol değerleri görülmektedir.

Resim 2.12: Egzoz emisyon test cihazı LPG emisyon değerleri

Motorun benzinden LPG ile çalışmaya geçme kontrolü için test cihazında ilgili menüye girilir. Test cihazında aracın soğutma suyu sıcaklığı, enjektör rampasındaki gazın sıcaklığı ve basıncı, motor devri, benzin enjektörü ile LPG enjektörlerinin açılma senkronizasyonu verileri okunur. Son olarak sistemin LPG ile çalışma egzoz emisyon değerleri kontrol edilir. Resim 2.13'te araç içinde bilgisayarlı diyagnostik test cihazı ile enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminin kontrolü görülmektedir.



Resim 2.13: Diyagnostik test cihazı ile enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminin kontrolü

2.8. LPG Yakıt Sistemi Arızaları

LPG yakıt sistemi arızalarının temel nedenlerinden biri, motorun benzin ile çalışmasındaki arızalar ve ayarların bozulmasıdır. Benzin sistemi ile arızalar giderildiğinde ve ayarlar yapıldığında LPG yakıt sistemi arızaları çoğunlukla giderilebilmektedir. LPG yakıt sistemi bulunan araçlarda karşılaşılan muhtemel arızalar şunlardır:

- **Araç LPG 'de çok yakıyor.**

  - Aracın benzin sarfiyatı yüksektir. Benzin sisteminde arıza teşhisi yapılmalı ve benzin emisyon değerleri kontrol edilmelidir.
  - LPG takılı olan araç yağ yakıyor veya su eksiltiyorsa motorda arıza vardır.
  - Supap ayarı bozuktur.
  - Bujiler çalışma verimliliğini kaybetmiştir. Buji tırnak aralığı fazladır.
  - Rölanti ve karışım ayarı bozuktur. Karbüratöre fazla hava gidiyor olabilir.
  - Emme manifoldu veya mikser hava alıyor olabilir. Sistemin hava alması, karbüratörlü motorda karbüratör contası veya Westenhousedan, enjeksiyonlu motorda otomatik hava ayarını sağlayan debi metreden kaynaklanır.
  - Buharlaştırıcının hava ayar vanası çok açılmıştır.
  - Buharlaştırıcı sıcak su girişi tıkalı veya buharlaştırıcıda hava vardır.
  - Buharlaştırıcı radyatörden daha yükseğe monte edilmiştir.
  - Buharlaştırıcı diyaframı özelliğini kaybetmiş veya uygun olmayan malzemeden imal edilmiş diyafram kullanılmıştır.
  - LPG kaçağı olabilir. LPG kaçağı olan bölgede buzlanma olur.
  - Motor herhangi bir sebeple hararet yapmışsa buharlaştırıcı işlevini tam yerine getiremiyordur.
  - Hava filtresinin temizliğine ve zamanında değişimine uyulmazsa motor benzin ve LPG pozisyonunda sağlıklı çalışmayacak, gereğinden fazla yakıt harcayacaktır.

- **Araç geç çalışıyor**

  - Buji veya buji kabloları ömrünü tamamlamış, eski veya kalitesizdir.
  - Avans ayarı bozuktur. Motorun LPG ve benzinde geç çalışmasına sebep olur.
  - Buharlaştırıcının hava ayarı veya gaz ayarı bozuk olabilir.

- **LPG 'de rölanti problemi var**

  - Karbüratörlü araçlarda karbüratör kelebeği arızalı olabilir.
  - Emme manifoldu hava alıyorsa düzensiz rölantiye sebep olabilir.
  - Buji ve buji kablolarının eski veya kalitesiz oluşu rölanti devrini bozabilir.
  - Buharlaştırıcı diyaframları özelliğini kaybetmiştir. Buharlaştırıcı içerisinde tortu ve pislik birikmiştir.
  - Avans ayarının bozuk olması düzensiz rölantiye sebep olabilir.
  - LPG elektrovalfine gelen gerilim düşüktür.

- **LPG'li araç koku yapıyor**

  - Buharlaştırıcı diyaframları özelliğini kaybetmiştir.
  - Araçta LPG kaçağı olabilir.
  - Aracınızın egzozunda patlak veya delik olması araçta LPG kokusunun algılanmasına sebep olabilir.
  - Aracın radyatöründe delik var veya radyatör tıkalı ise buharlaştırıcıya yeterli sıcak suyun gelmemesine ve araçta kokuya sebep olabilir.

- **Araç LPG'de kesiklik yapıyor**

  - LPG elektro valflerinde tıkanıklık veya çalışma bozukluğu olabilir.
  - Buharlaştırıcı diyaframları özelliğini kaybetmiştir. Buharlaştırıcı arızalıdır.
  - Buji veya buji kabloları ömrünü tamamlamış, eski veya kalitesiz olabilir.
  - Araç LPG'yi kesik kesik alıyorsa gaz filtresi tıkalı olabilir.
  - Yakıt sisteminde karbüratörde tıkanıklık ve ayarlarında bozukluk olabilir.

- **Araç stop ediyor**

  - Westenhouse da kaçak aracın stop etmesine sebep olabilir.
  - Karbüratör hava alıyorsa fren yapınca araç stop edebilir.
  - Vites boşa alındığında stop ediyorsa hava fazla geliyor olabilir.
  - Araç LPG'de vites boşta iken frenlemede stop ediyorsa frenler kaçırıyor.
  - Araç hararet yapmış, radyatörde su kalmamış ise buharlaştırıcı diyaframının yırtılmasına sebep olur. Araç LPG'de çalışırken stop etmesine sebep olabilir.

- **LPG kaçağı**

  - LPG'nin temas ettiği parça üzerindeki buzlanma LPG kaçağına işaret eder. Multivalf giriş ve çıkış vanaları kapatılmalıdır. LPG tankının terlemesi LPG şamandıra arızasına işaret eder.

- **Elektronik sistem arızaları**

  - LPG-Benzin geçiş anahtarı arızası varsa şarj sistemi arızalı veya akü fazla şarj edilmiş olabilir.
  - LPG göstergesi yakıt miktarını göstermiyor ise yakıt seçme anahtarı ve göstergenin veya sensörün şasi bağlantısında problem olabilir. Kablo bağlantısı yanlış yapılmış olabilir.
  - Enjeksiyonlu araçlarda LPG-benzin geçiş anahtarı otomatik geçiş sağlamıyor ise sinyal alım kablosu bağlantı hatası olabilir.

- **Araç LPG ’de çekmiyor**

  - Avans ayarı düşük ise teklemeye veya çekişten düşmesine neden olacaktır.
  - Buharlaştırıcı diyaframları özelliğini kaybetmiştir. Buharlaştırıcı arızalıdır. Buharlaştırıcı ayarları bozuk olabilir.
  - Buji ve buji kabloları, buji tırnak aralığı kontrol edilmelidir.
  - Supap ayarları sıkı veya gevşek ise yakıt sarfiyatını artırır ve çekiş düşer.
  - Emme manifoldu hava alıyorsa düzensiz rölanti ve güç düşüklüğüne yol açar.

- **Diğer problemler**

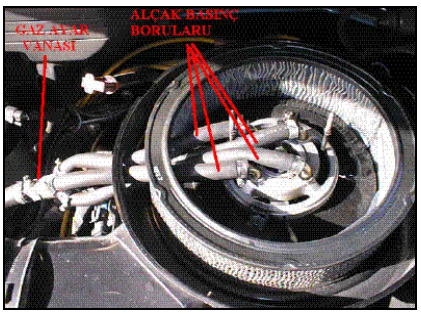
  - LPG tankında gaz var fakat buharlaştırıcıya ulaşmıyorsa şamandıra arızalı veya tıkalı olabilir.
  - Avansın öngörülen değerde olmaması (düşük olması) durumunda bujiler zamansız ateşleme yapacak, motorun teklemesine ve çekişten düşmesine neden olacaktır.
  - Enjeksiyonlu araçlarda katalizatör varsa kurşunsuz benzin kullanılmalıdır.

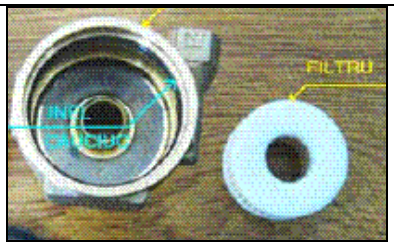
UYGULAMA FAALİYETİ

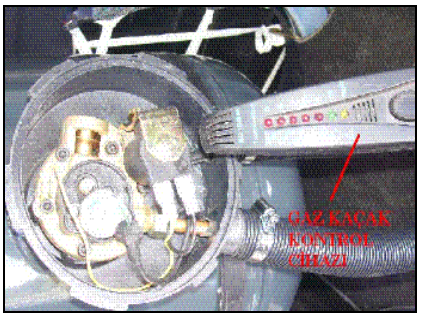
LPG yakıt sisteminin bakım/ onarım ve ayarlarını yapınız.

➢ LPG yakıt sistemi kullanılan aracı servise kabul ediniz.	➢ LPG yakıt sistemi kullanan aracı servise alınız. ➢ Sürücünün LPG yakıt sistemi ile ilgili şikâyetlerini dinleyiniz. ➢ Aracın sürücü koltuk ve direksiyonuna örtü geçiriniz. ➢ Aracın sağ ve sol çamurluklarına örtü seriniz. ➢ Aracın kontrol ve bakımını yapmak için gerekli aletleri yanınıza sehpa üzerinde getiriniz. ➢ Aracın kontrol ve ayarlarını yapmak için gerekli ön hazırlılıkları yapınız. ➢ Emniyet kurallarına göre çalışınız. Dikkatli ve hassas davranınız. ➢ Uygun anahtar kullanınız. Temiz ve düzenli çalışınız. ➢ Güvenlik önlemlerinizi gözden geçiriniz ve yangın tüpünü aracın yanına getiriniz. ➢ Sürücü şikâyetine göre bakım ve ayar işlemlerine başlayınız.
➢ Hava filtresini, bujileri kontrol ediniz.	➢ Hava filtresini temizleyiniz, gerekiyorsa yenisi ile değiştiriniz. ➢ Aracın bujilerini dikkatli bir şekilde sökünüz. Bujileri temizleyerek ayarını

	kontrol ediniz. Gerekiyorsa değiştiriniz. Bujilerin ortalama ömrü 10.000-12.000 km'dir.
➢ Aracın mevcut LPG yakıt sistemini kontrol ediniz.	➢ Genel bir kontrol için aracın üzerinde monte edilmiş LPG yakıt sistemini gözden geçiriniz. ➢ Motor bölmesinde bulunan regülatör, sensörler, enjektörler ve yüksek basınç boruları vb. parçaları kontrol ediniz. ➢ Depodan gelen LPG/doğal gaz borularının egzoz sistemine uzaklıklarını kontrol ediniz.
➢ Elektrik kablo bağlantı ve soketlerini kontrol ediniz ve değiştiriniz.	➢ Aracın akü kutup başlarından önce şasi sonra pozitif kutup başını sökünüz. ➢ LPG yakıt sistemi elektrik tesisatındaki kablo bağlantı ve soketlerini kontrol ediniz. ➢ Gevşeklik, korozyon, oksitlenme yapmış soket ve kablo başlıklarını değiştiriniz.
➢ Sıcak su giriş-çıkış hortumlarını kontrol ediniz ve değiştiriniz.	➢ Buharlaştırıcı sıcak su giriş ve çıkış hortumlarını kontrol ediniz. ➢ Kireçlenme, çatlama, sertleşme yapmış hortumları değiştiriniz. ➢ Sıcak su giriş filtresini kontrol ediniz. gerekiyorsa değiştiriniz.
➢ Mikseri kontrol ediniz ve değiştiriniz.	➢ LPG yakıtının hava ile karışımının sağlandığı mikserde tıkanıklık olup

	olmadığını kontrol ediniz. ➢ Mikserin oturma yüzeylerinden hava alıp almadığını kontrol ediniz. ➢ Mikser bağlantı hortum ve kelepçelerini kontrol ediniz. Sertleşmiş, çatlamış ve deforme olmuş hortumları değiştiriniz. 
➢ Maksimum gaz vanasını kontrol ediniz ve değiştiriniz.	➢ Maksimum gaz vanasının hortum ve bağlantılarını kontrol ediniz. ➢ Sertleşmiş, çatlamış ve deforme olmuş hortumları değiştiriniz. ➢ Ayar vidası yayını kontrol ediniz. Yay tansiyonu azalmış gaz vanalarını değiştiriniz.
➢ Maksimum gaz vanasını kontrol ediniz ve değiştiriniz.	➢ Maksimum gaz vanasının hortum ve bağlantılarını kontrol ediniz. ➢ Sertleşmiş, çatlamış ve deforme olmuş hortumları değiştiriniz. ➢ Ayar vidası yayını kontrol ediniz. Yay tansiyonu azalmış gaz vanalarını değiştiriniz.
➢ Gaz selenoid valfini ve filtresini kontrol ediniz ve değiştiriniz.	➢ LPG elektrovalfinin giriş ve çıkış rekorlarını kontrol ediniz. ➢ Valfin selenoidine 12 volt akım vererek açılıp kapanmasını kontrol ediniz.

	 ➢ Valf girişindeki LPG yakıt filtresini kontrol ediniz, 30.000 km'de değiştiriniz.
➢ Buharlaştırıcıyı kontrol ediniz ve tamir takım elemanlarını değiştiriniz.	➢ Buharlaştırıcının ortalama bakım ve onarım periyodu 50.000 km'dir. ➢ Bakım ve onarım işlemlerinde diyafram ve contaları değiştiriniz. ➢ Buharlaştırıcının altındaki temizlik (drain) tapasını sökerek içerisinde bulunan pislikleri temizleyiniz. ➢ Buharlaştırıcı üzerindeki atmosfer basıncı deliğinin açık olmasına dikkat ediniz.
➢ Gaz dolum ağzını kontrol ediniz ve değiştiriniz.	➢ LPG dolum ağzını ve bilyasını kontrol ediniz. ➢ Havalandırma boru ve kelepçelerini, multivalf kapağını kontrol ediniz.
➢ Gaz dolum ağzını kontrol ediniz ve değiştiriniz.	➢ LPG dolum ağzını ve bilyasını kontrol ediniz. ➢ Havalandırma boru ve kelepçelerini, multivalf kapağını kontrol ediniz.

➢ Gaz giriş-çıkış rekorlarını kontrol ediniz ve değiştiriniz.	➢ Multivalf giriş ve çıkış rekorlarını kontrol ediniz. ➢ Multivalf giriş ve çıkış vanalarını kontrol ediniz. ➢ Arızalı multivalfi onarmayınız. Komple değiştiriniz.
➢ Buharlaştırıcı (regülatör) üzerinde ve rekorların bağlantı yerlerinde gaz kaçak kontrolü yapınız ve onarınız.	➢ Gaz dedektör cihazı ile LPG yakıt sistemi sızdırmazlık kontrolü yapınız. ➢ Gaz kaçağı kontrolü sırasında, aracın yanında yangın söndürücü bulundurunuz. ➢ Kaçak gaz kontrolünü kesinlikle ateş ile yapmayınız. ➢ LPG tankı giriş-çıkış rekorlarında gaz kaçağı kontrolü yapınız.  ➢ LPG elektrovalflerinin giriş ve çıkış rekorlarını kontrol ediniz. ➢ Regülatörün gaz girişi, regülatör gövdesi ve alçak basınç borusunda gaz kaçak kontrolü yapınız. ➢ Gaz dedektörü kaçak gaz uyarısı yapıyor ise arızalı rekor ve bağlantıları onarınız.

➢ Motor ayarlarını kontrol ediniz ve değiştiriniz.	➢ Gaz ayarı için motoru çalıştırınız ve motorun normal çalışma sıcaklığına gelmesini bekleyiniz. ➢ Aracın atölye içerisinde çalışması esnasında ortamı havalandırınız. ➢ LPG ile çalışan motorlarda ateşleme avansının artırılması gerekir. ➢ Ateşleme avansını distribütörden 2–3 derece artırınız. Ateşleme avansını motor LPG ile çalışırken yapınız. Motor benzinde çalışırken rölanti devir ve rölanti karışım ayarını kontrol ediniz. ➢ Gaz analizör cihazını aracın yanına getiriniz ve çalıştırınız.
➢ Motor ayarlarını kontrol ediniz ve ayarlayınız.	➢ Egzoz gaz analiz cihazının hortumunu egzoz borusuna 20-30 cm girecek şekilde takınız. Bir müddet bekleyerek egzoz emisyon değerlerini okuyunuz. ➢ CO ve lambda (λ) değerleri kontrol edilir. Motor rölantide çalışırken benzinli karbüratörlü motorlarda CO oranı % 2-3 ve lambda 0-500 olmalıdır. ➢ Okunan değerleri yorumlayınız ve avans ayarını ve rölanti karışım ayarını yapınız. ➢ Karbüratör üzerinde bulunan rölanti ve karşım ayar vidaları ile ayar işlemini yapınız.
➢ Aracı LPG'de çalıştırınız.	➢ Yakıt seçme anahtarını orta konuma alınız ve şamandırada yakıtın bitmesini bekleyiniz. ➢ Motorun çalışması durduğunda yakıt seçme anahtarını LPG konumuna alınız ve motoru çalıştırınız. ➢ Regülatörün üzerinde bulunan rölanti ayar vidası ile motorun normal rölanti devrinde çalışması için ayar yapınız.
➢ Gaz analiz cihazı ile egzoz gazının analizini yapınız.	➢ Egzoz gaz analiz cihazının hortumunu egzoz borusuna 20-30 cm girecek şekilde takınız.

	➢ Egzoz gaz analiz cihazı ekranından egzoz emisyon değerlerini okuyunuz. ➢ LPG yakıt sistemi ile motor çalışırken rölanti ve maksimum gaz ayar değerlerini kontrol ediniz.
➢ LPG ile çalışan motorun rölanti ayarını yapınız.	➢ LPG yakıt sistemi ile motor rölanti de çalışırken CO ve lambda (λ) değerlerini kontrol ediniz. ➢ LPG kullanılan araçlarda CO oranı maksimum % 1,5 ve lambda 0-500 arasında olmalıdır. ➢ Okunan değerler yüksek ise buharlaştırıcı üzerindeki rölanti karışım ayar vidası ile ayarlayınız.

➢ LPG ile çalışan motorun maksimum gaz ayarını yapınız.	➢ Yüksek devir gaz ayarı yapmak için motoru 2500-3000 devirde çalıştırınız. ➢ Gaz ayar vanasını yavaş yavaş çeviriniz ve biraz bekleyiniz. ➢ Motorun devrinde değişmeyi gözlemleyiniz. ➢ Gaz analiz cihazı ile egzoz gazı emisyonunu kontrol ediniz. Egzoz gazında değişmenin bir müddet sonra olduğunu unutmayınız. ➢ Gaz analiz cihazının gösterdiği AFR ve CO oranını LPG yakıt sistemini üreten firmanın verdiği değere gelecek şekilde ayara devam ediniz. CO oranı maksimum % 0,70'dir. ➢ Gaz ayarı sırasında motorun çalışmasını sürekli kontrol ediniz. ➢ Maksimum gaz ayar işlemi bittikten sonra motorun rölanti devrinden yüksek hıza geçişini kontrol ediniz. Motor kendini hemen toparlayarak yüksek hıza geçmelidir. ➢ Yüksek devirde gaz miktarı ayarını, alçak basınç borusu üzerinde bulunan gaz ayar vanasından karbüratöre giden gaz miktarını ayarlayınız.
➢ Enjeksiyonlu LPG yakıt sistemlerini kontrol ediniz ve ayarlayınız.	➢ Enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminde gaz ayarı yapılmamaktadır. Motor, çalışma sırasında LPG ECU'dan aldığı veriler ve sensörler ile gaz ayarını yapmaktadır. ➢ Enjeksiyonlu yakıt sisteminde kontrol işlemi yapınız. ➢ Gaz ayarı için motoru çalıştırınız ve motorun çalışma sıcaklığına gelmesini bekleyiniz.

	➢ Aracın atölye içerisinde çalışması esnasında ortamı havalandırınız. ➢ Diyagnostik test cihazını veya LPG yakıt sistemlerini kontrol etme imkânı olan üniversal test cihazını LPG ECU'ya takınız. ➢ Test cihazı ile sistemde bulunan sensörlerin ve enjektörlerin çalışmasını kontrol ediniz (Kontrol edilebilecek çalışma parametreleri; motorun devri, LPG enjektör rampasındaki gazın sıcaklığı ve basıncı, LPG ve benzin enjektörlerinin açılma süresidir.). ➢ Test cihazını bağlayınız ve motoru benzin ile çalıştırınız. ➢ Benzin ile çalışma esnasında arıza bildirimi varsa sebebini araştırınız ve arızayı gideriniz. ➢ Motorun benzin ile çalışması sırasında egzoz emisyon kontrolü yapınız. (Benzin enjeksiyonlu motorun egzoz emisyon değerleri; CO oranı % 0,5- 0.8, HC 100 ppm, O2 oranı % 2,5-3,2 ve lambda 0.92-1.03 olmalıdır.)
➢ Enjeksiyonlu LPG yakıt sistemlerini kontrol ediniz ve ayarlayınız.	➢ Motorun benzinden LPG ile çalışma moduna geçişini kontrol ediniz. ➢ Test cihazında açılan menüde aracın soğutma suyu sıcaklığını, enjektör rampasındaki gazın sıcaklık ve basıncını, motor devir bilgileri ile benzin enjektörü ve LPG enjektörlerinin açılma senkronizasyon kontrollerini yapınız. ➢ Son kontrol olarak sistemin LPG ile çalışma modunda egzoz emisyonlarını kontrol ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. LPG yakıt sistemi kullanılan aracı servise kabul ettiniz mi?		
2. Hava filtresini, bujileri kontrol ettiniz mi?		
3. Aracın mevcut LPG yakıt sistemini kontrol ettiniz mi?		
4. Elektrik kablo bağlantı ve soketlerini kontrol edip değiştirdiniz mi?		
5. Sıcak su giriş-çıkış hortumlarını kontrol edip değiştirdiniz mi?		
6. Mikseri kontrol edip değiştirdiniz mi?		
7. Maksimum gaz vanasını kontrol edip değiştirdiniz mi?		
8. Gaz selenoid valfini ve filtresini kontrol edip değiştirdiniz mi?		
9. Buharlaştırıcıyı kontrol edip tamir takım elemanlarını değiştirdiniz mi?		
10. Gaz dolum ağzını kontrol edip değiştirdiniz mi?		
11. Gaz giriş-çıkış rekorlarını kontrol edip değiştirdiniz mi?		
12. Rekorların bağlantı yerlerinde gaz kaçağı olup olmadığını kontrol edip varsa onardınız mı?		
13. Buharlaştırıcı (regülatör) üzerinde gaz kaçağını kontrol ettiniz mi?		
14. Motor ayarlarını kontrol edip ve ayarladınız mı?		
15. Aracı LPG'de çalıştırdınız mı?		
16. Gaz analiz cihazı ile egzoz gazının analizini yaptınız mı?		
17. LPG ile çalışan motorun rölanti ayarını yaptınız mı?		
18. LPG ile çalışan motorun maksimum gaz ayarını yaptınız mı?		
19. Enjeksiyonlu LPG yakıt sistemlerini kontrol edip ayarladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) LPG dönüşümü yapılan enjeksiyonlu araçta benzin olmadan soğuk motor çalıştırılır.

2. ( ) LPG yakıt rampasında gazın basıncı 0,65–0,85 bar arasında olmalıdır.

3. ( ) Enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminde manuel olarak gaz ayarı yapılabilir.

4. ( ) Emilatör, LPG gazının emme manifoldun emilmesini sağlar.

5. ( ) Motorun çalışması sırasında gerekli gaz miktarı enjeksiyonlu motorda benzin enjektörlerinin açılıp kapanmasına göre ayarlanır.

6. ( ) LPG yakıt sisteminde meydana gelen elektriksel arızalar aracın göstergelerinde arıza lambasının yanması ile anlaşılabilir.

7. ( ) Enjektör borularının uzunlukları en fazla 20 cm olmalıdır.

8. ( ) Enjeksiyonlu motorlarda mikser kullanılabilir.

9. ( ) Enjeksiyonlu sistemlerde LPG enjektörlerinden püskürtülen gaz sıvıdır ve emme manifoldunun içinde buharlaşır.

10. ( ) Tam enjeksiyonlu LPG sistemlerinde rölanti ayarını istediğimiz devire göre ayarlayabiliriz.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

11) Test cihazı ile LPG yakıt sisteminde hangi verileri kontrol edebiliriz?
A) Motorun devri B) LPG'nin regülatördeki sıcaklığı
C) LPG'nin yakıt rampasında basıncı D) Hepsi

12) LPG yakıt sisteminde yakıt rampasındaki gazın basıncını ve sıcaklığını ölçen parçanın adı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Sensör B) Mikser C) Regülatör D) Hiçbiri

13) Motorun değişik yük ve yol şartlarına göre en iyi karışım miktarını hazırlamak ve bu hazırlanan karışımı en uygun zamanda emme manifolduna iletme için enjektörleri açan ünite aşağıdakilerden hangisidir?
A) EBD B) AFR C) ECU D) CNG

14) LPG yakıt sisteminde motoru ilk çalıştırma esnasında benzinden LPG'ye geçiş motor devri kaç olmalıdır?
A) 1000 dv/dk. B) 2000 dv/dk. C) 3000 dv/dk. D) Rölanti devri

15) LPG enjektörlerinin çalışma sıcaklığı kaç °C olmalıdır?

A) −40 °C ile +120 °C
B) −25 °C ile +140 °C
C) −15 °C ile +120 °C
D) −45 °C ile +150 °C

16) Aşağıdaki noktalardan hangisinde, LPG yakıt sisteminde kaçak ve sızdırmazlık kontrolüne bakılmalıdır?

A) LPG elektro valflerinin giriş ve çıkış rekorları
B) Regülatörün gaz girişi, regülatör gövdesi ve alçak basınç borusu
C) LPG tankı giriş-çıkış rekorları ve boruları
D) Hepsi

17) Aşağıdakiler hangisinde, LPG yakıt sistemi bulunan araçta yapılan ayarlardan değildir?

A) Karbüratörlü motorlarda rölanti karışım ayarı ve yüksek hız yakıt miktarı ayarı
B) Buji tırnak aralığının kontrolü ve ayarı
C) Enjeksiyonlu LPG yakıt sistemlerinde LPG yakıt rampası basınç ayarı
D) Karbüratörlü motorlarda LPG yakıt sistemi yüksek hız yakıt miktarı ayarı

18) Aşağıdakiler hangisinde, LPG yakıt sisteminde yapılan bakım ve onarım işlemlerinden birisidir?

A) LPG elektrovalfi içerisinde bulunan kâğıt elemanlı gaz filtresi değiştirilmeli
B) Elektrik tesisatı kablo ve soketlerinde gevşeklik ve oksitlenme olup olmadığına bakılmalı
C) Motorun hava filtresi temizlenmeli veya yenisi ile değiştirilmeli
D) Hepsi

19) Aşağıdakiler hangisi, buharlaştırıcıda (regülatör) yapılan bakım ve onarım işlemlerinden birisi değildir?

A) Basınç düşürücünün birinci ve ikinci kademe basıncı kontrol edilmelidir.
B) Buharlaştırıcı diyaframları kontrol edilmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir.
C) Buharlaştırıcı motor suyu girişindeki su filtresi periyodik bakımda değiştirilmelidir.
D) Buharlaştırıcı LPG ve su diyaframları ortalama 50.000 km'de değiştirilmelidir.

20) Aşağıdakiler hangisi, enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminde diyagnostik test cihazı ile kontrol edilen verilerden birisidir?

A) Benzin enjektörlerinin açılma süresi
B) Motorun devri
C) LPG enjektör rampasındaki gazın sıcaklığı ve basıncı
D) Hepsi

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1) Aşağıdakilerden hangisi LPG gazın özelliklerinden birisidir?
A) LPG'nin sıvı hâlde taşınması ve depolanması daha emniyetli ve güvenlidir.
B) LPG, başlıca bileşenleri propan, bütan, izobütan, izopropan ve bütenler olan hidrokarbon karışımlarını tanımlar.
C) Gaz yakıtlar hidrojence fakirdir fakat silindirlere gaz fazında girerler.
D) LPG gazı, sıvılar sıkıştırılamadığı için sıvı hâlde taşınır ve depolanır.

2) Aşağıdakilerden hangisi LPG gazının silindirlere alınış biçimidir?
A) Karbüratörlü sistemlerde emme manifolduna enjeksiyon ile
B) Enjeksiyonlu sistemlerde karbüratörde mikser ile
C) Enjeksiyonlu sistemlerde emme manifolduna LPG enjektörleri ile
D) Enjeksiyonlu sistemlerde hava filtresi girişinde mikser ile

3) Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıt sisteminin dezavantajlarından birisidir?
A) NOx emisyon problemleri olabilmesi
B) Egzoz gazı emisyonlarından CO' de %40, HC' de %10 oranında artma olması
C) LPG pistonların, segmanların, valflerin ve bujilerin aşınmasına neden olan kurşun, vernik ve karbon atığı çıkartması
D) Yanma odalarında ya da bujilerde tortu oluşturması

4) Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıt sisteminin montaj ve bakım işlemleri sırasında uyulması gereken güvenlik kurallarından değildir?
A) Yakıt kaçağı oluştuğunda bulunulan mekânda ateş vb. bulundurulmamalı, motor ve tüm elektrik aksamları kapatılmalıdır.
B) Araç zaman zaman bir süre benzin ile çalıştırılarak benzin yakıt sisteminin kuru kalması engellenmelidir.
C) LPG sisteminin arızalı parçalarının onarımı doğru değildir, değiştirilmeleri gerekir.
D) LPG sızıntısı cilde temas ederse soğutucu bir etkiye sahip olan LPG, soğuk yanıkların oluşmasına neden olur.

5) Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıt sisteminin montajında dikkat edilecek hususlardan değildir?
A) LPG dolum ağzı kesinlikle bagaj içersinde olmamalıdır.
B) LPG gazı yakıt sisteminde kullanılan elemanların tamamı ECE R 67 01 ve TSE standartlarına uygun olmalıdır.
C) Sızdırmazlık kutusu ve havalandırma hortumları mutlaka monte edilmelidir.
D) Montaj sırasında araç aküsü ihtiyaç duyulursa sökülmelidir.

6) Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıt sisteminde montaj sonrasında yapılacak kontrol ve ayarlardan birisidir?
A) Benzin yakıt sistemi elemanlarının bakım ve kontrolü yapılmalıdır.
B) LPG tankı 3-5 litre LPG gazı ile doldurularak gaz kaçak dedektörü ile LPG gazı besleme devresi grubunun sızdırmazlığı kontrol edilmelidir.
C) Buharlaştırıcının (regülatör) periyodik bakımı yapılmalıdır.
D) LPG elektro valfinin filtresi kontrol edilmelidir.

7) Aşağıdakilerden hangisi elektronik kontrol ünitesinin (ECU) verilere göre işlevlerinden birisi değildir?
A) Buharlaştırıcıyı (regülatör) aktifleştirir.
B) Elektronik yakıt seçme anahtarına ve LPG göstergesine kumanda eder.
C) Benzin enjektörlerini devre dışı bırakır.
D) LPG enjektörlerini aktifleştirir.

8) Aşağıdakilerden hangisi karbüratörlü motorlarda yapılan LPG yakıt sistemi ayarlarındandır?
A) Enjektör püskürtme ayarı
B) Gaz kelebeği açıklık ayarı
C) Buharlaştırıcı basınç ayarı
D) Rölanti karışım ve yüksek hız yakıt miktarı ayarı

9) Aşağıdakilerden hangisi LPG yakıt sisteminde yapılan bakım ve onarım işlemlerinden birisi değildir?
A) Buharlaştırıcı soğutma suyu bağlantılarında sızdırmazlık kontrolü yapılmalıdır.
B) LPG elektrovalfi içerisinde bulunan kâğıt elemanlı gaz filtresi değiştirilmelidir.
C) Motor yağı ve yağ filtresi değiştirilmelidir.
D) Motorun hava filtresi temizlenmeli veya yenisi ile değiştirilmelidir.

10) Aşağıdakiler hangisi enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminde yapılan ayarlardan birisidir?
A) Enjeksiyonlu LPG yakıt sisteminde gaz ayarı yapılmamaktadır.
B) LPG gazının enjektör rampasındaki sıcaklık ayarı
C) LPG enjektörlerinin açılma süresi
D) LPG gazının enjektör rampasındaki basıncının ayarı

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış	11	D	21	C
2	Doğru	12	A	22	B
3	Yanlış	13	D	23	C
4	Doğru	14	B	24	A
5	Doğru	15	A	25	D
6	Yanlış	16	C	26	B
7	Doğru	17	B	27	D
8	Doğru	18	D	28	C
9	Yanlış	19	B	29	A
10	Yanlış	20	A	30	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış	11	D
2	Doğru	12	A
3	Yanlış	13	C
4	Yanlış	14	B
5	Doğru	15	A
6	Yanlış	16	D
7	Doğru	17	C
8	Doğru	18	D
9	Yanlış	19	B
10	Yanlış	20	D

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	B	6	B
2	C	7	A
3	A	8	D
4	B	9	C
5	D	10	A

KAYNAKÇA

- Çeşitli firma katolog ve eğitim dokümanları
- ÇETİNKAYA Selim, **İçten Yanmalı Motorlarda Doğal Gaz Dönüşümü Uygulaması**, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı 81, 2004.
- İstanbul Ticaret Odası Yayınları Yayın Nu.: 1999-b1 **Dünyada ve Türkiye'de OTOGAZ Sektörü ve Uygulamaları**
- KAYA Zekeriya, **Benzinli Motorlarda LPG/doğal Gaz Dönüşüm Sistemlerinin İncelenmesi,** Marmara Üniversitesi T.E.F Otomotiv ABD Lisans Tezi, İstanbul, 1999.
- ÖNCÜL N., **Geleceğin Yakıtları**, Bilim Teknik Dergisi, Temmuz, 1990.
- ÖZÇELİK A., **Araçlarda LPG Kullanımı,** Bitirme Tezi, Kocaeli Üniversitesi, 1998.
- TMMOB Araçlarda LPG Dönüşümü El Kitabı, Ankara, 2000.